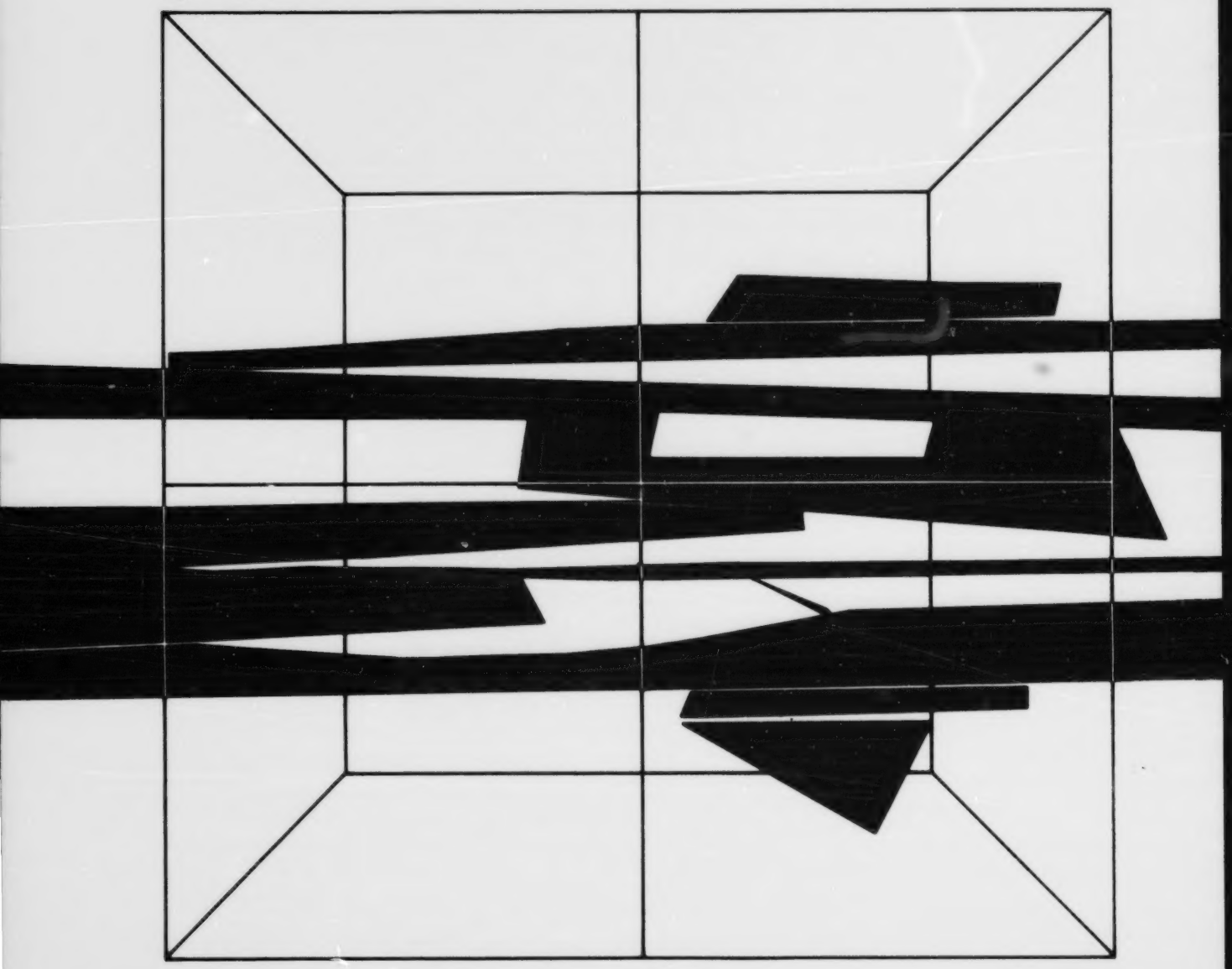
Status Report on Compliance with the Chlor-Alkali Mercury Regulations 1984-85

Report EPS 1/Cl/1
April 1987



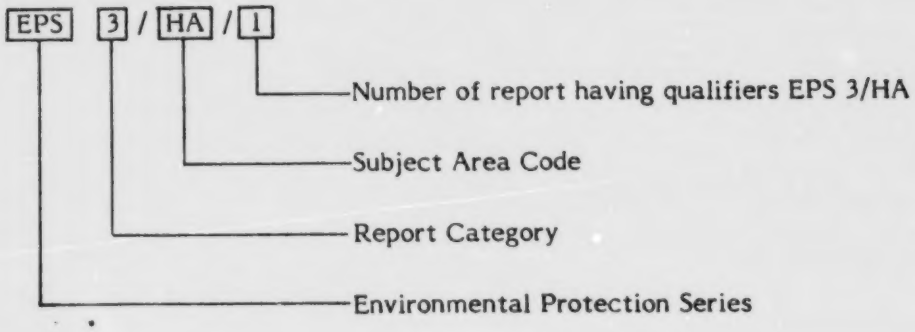
Environment Canada
Environnement Canada

Canada

88-01053/

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERIES REPORTS

Sample Number:



Categories

1 Regulations/Guidelines/Codes of Practice
2 Public Consultation: Problem Assessment, Control Options
3 Research and Technology Development
4 Literature Reviews
5 Surveys
6 Social, Economic and Environmental Impact Assessments
7 Surveillance
8 Policy Proposals & Statements
9 Manuals

Subject Areas

AG Agriculture
AP Airborne Pollutants
AT Aquatic Toxicity
CC Commercial Chemicals
CE Consumers and the Environment
CI Chemical Industries
FA Federal Activities
FP Food Processing
HA Hazardous Wastes
IC Inorganic Chemicals
MA Marine Pollution
MM Mining & Ore Processing
NR Northern & Rural Regions
PF Paper and Fibres
PG Power Generation
PN Petroleum and Natural Gas
SF Surface Finishing
SP Oil & Chemical Spills
SRM Standard Reference Methods
TS Transportation Systems
UP Urban Pollution

New subject areas and codes are introduced as they become necessary. A list of EPS reports may be obtained from Environmental Protection Publications, Conservation and Protection, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E7.

Printed in Canada

STATUS REPORT ON COMPLIANCE WITH THE CHLOR-ALKALI MERCURY REGULATIONS 1984-85

by

I. McBeath
Chemical Industries Division
Environmental Protection
Conservation and Protection
Environment Canada

Report EPS 1/CI/1
April 1987

READERS COMMENTS

Any comments on the contents of this report should be addressed to:

Mr. Ian McBeath
Industrial Programs Branch
Conservation and Protection
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0E7

© Minister of Supply and Services Canada 1987
Cat. No. En 49-19/1-1
ISBN 0-662-55069-2
BEAUREGARD PRESS LIMITED

ABSTRACT

This report reviews the results of the measures taken by industry and government agencies to curtail mercury losses in liquid effluents, in products, in impounded solids and in air emissions from mercury cell chlor-alkali plants in Canada.

Mercury losses in liquid effluents during 1984 and 1985 averaged 131 kg per year, an increase of over 30 kg per year over the previous two years. This substantial increase is mainly due to changes in reporting procedures. The Stanchem plant previously reported only mercury discharges in process wastewaters, whereas the 1984-85 figure now includes mercury discharges to the sanitary sewer and two storm sewers, as well as the process effluent. As this plant has spent $4.8 million to upgrade its wastewater treatment system, conditions will improve in the future.

Mercury emissions to air from cellrooms, cell end-box ventilation, hydrogen stream and retort, and other miscellaneous emissions, are presently around 900 kg per year, a reduction of over 96 percent since 1970. This substantial reduction is largely due to the conversion to non-mercury processes or closure of ten plants, and the installation of control equipment at the five remaining plants. Mercury emissions with the hydrogen and end-box streams is normally very low. Mercury emissions from the cell area at three plants, however, are still high and require more intensive cleanup and maintenance programs to reduce air emissions.

Mercury in products and impounded solids have been reduced by improved recovery methods.

The levels of mercury in fish taken from waters near most existing chlor-alkali wastewater outfalls (and from areas where chlor-alkali plants were previously located) have shown a dramatic decrease due to the significant reduction in mercury discharges. Mercury concentrations in fish taken from Lac St. Louis, Quebec, have not decreased significantly, mainly because of the continued input of high levels of mercury from the Stanchem plant and the very low rate of sedimentation in this lake.

ACKNOWLEDGEMENT

The author gratefully acknowledges the assistance and cooperation of provincial environmental personnel, Environment Canada regional personnel and company personnel who reviewed this report and provided corrections and comments.

Special thanks are due to D. Wayne Bissett, Chief, Chemical Industries Division, who provided guidance and suggested constructive changes; to Vicky Jones who edited the report; to the secretarial staff who typed the drafts and revisions; and to the drafting division for the graphs.

TABLE OF CONTENTS

		Page
ABSTRACT		iii
ACKNOWLEDGEMENTS		iv
LIST OF FIGURES		vi
LIST OF TABLES		vii
CONCLUSIONS		ix
1	INTRODUCTION	1
2	DISCUSSION	5
2.1	General	5
2.1.1	Mercury Losses in Wastewaters	6
2.1.2	Mercury Emissions to Air	8
2.1.3	Mercury Losses in Solid Wastes	20
2.1.4	Mercury in Products	20
2.2	Government Monitoring of Mercury Losses	20
2.3	Mercury Purchases and Consumption	21
2.4	Impact on Environment	22
REFERENCES		31
APPENDIX A	SUMMARY OF MERCURY DISCHARGES IN LIQUID EFFLUENTS FROM CHLOR-ALKALI PLANTS FROM JANUARY 1, 1980, TO DECEMBER 31, 1985	35
APPENDIX B	METHODS USED TO DISPOSE OF MERCURY - CONTAMINATED SLUDGES AND SOLIDS	39

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	MERCURY CONSUMPTION IN CANADA 1959-1985	4
2	MERCURY DEPOSITED IN LIQUID EFFLUENTS, 1970-1985	7
3	MERCURY DEPOSITED IN LIQUID EFFLUENTS PER TONNE OF CHLORINE PRODUCED, 1970-1985	12
4	MERCURY CONSUMED BY CHLOR-ALKALI PLANTS IN CANADA, 1969 to 1985	23
5	MERCURY IN WALLEYE TAKEN FROM LAKE ST. CLAIR	26
6	MERCURY IN NORTHERN PIKE, WHITE BASS AND YELLOW PERCH TAKEN FROM LAKE ST. CLAIR	27
7	MERCURY IN NORTHERN PIKE TAKEN FROM SOUTH SASKATCHEWAN RIVER	28
8	MERCURY IN WALLEYE TAKEN FROM LAKE ST. FRANCIS	29
9	MERCURY IN CRAB TISSUE TAKEN FROM HOWE SOUND	30
10	MERCURY IN FISH TAKEN FROM LAKE ST. LOUIS - SOUTH END	30

LIST OF TABLES

Table		Page
1	VIOLATIONS OF LIQUID EFFLUENT REGULATIONS DURING 1984-85 AND CORRECTIVE ACTIONS TAKEN	9
2	COMPLIANCE SUMMARY - CHLOR-ALKALI NATIONAL EMISSION STANDARDS REGULATIONS 1984-85	14
3	MERCURY IN PRODUCTS LEAVING CHLOR-ALKALI PLANTS	21

CONCLUSIONS

1) Mercury consumption in Canada has increased by over 40 percent since the 1977-79 period. While part of this increase is attributable to an increased consumption by the chlor-alkali industry, other industrial sectors, such as the manufacture of batteries and other electrical equipment, account for part of the increase.

2) The total quantity of mercury discharged in liquid effluents from the chlor-alkali industry has increased by around 30 kg per year since the last status report (1982-83) was issued. This is mainly due to increased discharges from one plant which has now expanded and improved its treatment system.

3) One plant discharged mercury to liquid effluent above the allowable limit on a number of occasions over the past two years. However, negotiations between Stanchem, a division of PPG Industries Canada Ltd., and the provincial and federal governments resulted in a commitment in 1984 for a new wastewater treatment system that was fully commissioned in May 1986. Another plant discharged mercury above the allowable limit for four days in 1984 but was in compliance in 1985. This same plant was charged with violating the Chlor-Alkali Mercury Liquid Effluent Regulations on three counts. The company pleaded guilty to one count and was fined $5000. The Crown dropped the other two counts.

4) From the data available, it appears that one plant emitted mercury from the cellroom area above the allowable limit of 5 grams per tonne per day stipulated in the Chlor-Alkali Mercury National Emission Standards Regulations in 50 percent of compliance tests. The emissions were above the limit, mainly on hot summer days, which indicates that housekeeping maintenance needs improving. Another plant's emissions were higher than the allowable cellroom limit in one quarterly compliance test. By taking readings with a mercury vapour "sniffer" the reason for the high value was verified and corrective action was taken to bring the plant back into compliance.

5) Three plants had trouble meeting the hydrogen and end-box emission standards in at least one of the quarterly compliance tests. The reasons for the high mercury emissions were determined and corrective action was taken.

6) The regulation of mercury uses, discharges and emissions from chlor-alkali plants has had a demonstrated impact on mercury levels in aquatic life in many areas of

Canada. The levels of mercury in fish taken from waters near most wastewater outfalls from existing and now-closed chlor-alkali plants have shown a dramatic decrease. Mercury levels in fish from Lac St. Louis have not shown any significant decline, mainly because of the continued relatively high input of mercury and the very low rate of sedimentation in this waterbody.

1 INTRODUCTION

In 1969-70 Canadians were made aware of a newly discovered pollution problem by reports of high levels of mercury in freshwater fish at various locations in Canada. Concentrations of the element in some lakes and rivers, and particularly in fish, were detected at unnaturally high levels.

Government authorities and the scientific community immediately mounted a concerted effort to determine all that was known about environmental mercury at the time. Clarification of mercury's effects on the biosphere was needed, detection methods had to be improved, and a technology for mercury containment by industry had to be developed. Most of this new mercury recovery technology came from Sweden and Japan since these countries had had similar crises a few years previous.

Industries that utilized mercury in their processes were identified and from discussions with chlor-alkali industry personnel and surveys carried out around plant outfalls, it was evident that many areas were highly polluted with mercury.

Significant emissions also occurred in paint use, petroleum combustion, refuse incineration, and in the recovery of zinc, copper and lead, just to mention a few. Emissions of mercury were diffuse but the chlor-alkali industry, as a point source discharger, was the focal point for regulatory action.

As a first step, the main potential routes for mercury losses from a typical mercury cell plant producing chlorine and caustic were identified. These are:

- with sludges from the purification and filtration of brine, from electrolytic cell muds, from the wastewater treatment system, and from the eventual purification of the caustic soda;
- with atmospheric emissions from cellroom ventilation, hydrogen gas venting, end-box venting, retort exhaust and storage tank vents;
- with wastewaters such as spills, purges, plant housekeeping water, chlorine condensates, hydrogen condensates and stormwater runoff; and
- with products, i.e., caustic soda, hydrogen, hypochlorite, chlorine and hydrochloric acid.

In general, every chlor-alkali plant took the following steps to reduce mercury emissions to the environment:

- plants that were discharging brine purification solids to sewer stopped this practice and either

a) stored the solids in ponds,

b) filtered the solids from the brine and stored the solids in authorized landfill sites, leached the mercury from the solids and stored the treated solids in authorized landfill sites, or

c) sent the solids to a deep salt cavern.

- contaminated process waters were segregated from relatively clean wastewaters, such as cooling water, boiler blowdown, surface runoff from outside the plant area;
- as much of the contaminated wastewaters as practical were recycled to process;
- other contaminated wastewaters were treated with sodium bisulphide, flocculation and filtration to reduce mercury concentrations to less than 0.1 mg/L;
- caustic soda was filtered to remove mercury;
- hydrochloric acid was made with purified hydrogen to minimize mercury content;
- the hydrogen and cell vent gases were chilled to 3°C to condense out mercury vapour, then passed through carbon beds or demisters to remove mercury;
- precipitates, spent absorbents, filter aids, etc., from the caustic, liquid and gas treatment systems were collected and leached to remove mercury or retorted for mercury recovery, and the retorted residues were buried in authorized disposal areas;
- since relatively large emissions of mercury were emitted to the atmosphere from the cellroom ventilation system, cellroom maintenance and housekeeping procedures were improved; and
- retort gases were ventilated through water-cooled condensers.

These control measures, which cost between $40 000 and $1 000 000 depending upon the size of the plant, its age, its location and particular problems, drastically reduced mercury discharges to the environment. As a result, when the Chlor-Alkali Mercury Liquid Effluent Regulations were promulgated under the Fisheries Act in March 1972, most of the plants were in compliance on most days. These regulations limited the discharge of mercury in liquid effluents to 2.5 grams per tonne of chlorine produced. The Regulations were revised in August 1977 to more clearly define the conditions for monitoring the plants. The principle changes included:

- required collection of 24-h composite samples in proportion to the flow rate for all liquid effluent leaving the plant;
- definition of liquid effluent as all waters leaving the plant site, including storm water runoff from the plant developed area;

- restriction of the discharge mercury in liquid effluents from a plant into waters frequented by fish to 2.5 grams per tonne of the plant's reference production rate (normally the arithmetic mean of the actual daily production of chlorine during the previous three months, excluding days on which there was no production).

While knowledge of the fate of airborne mercury is still incomplete, studies strongly suggest that a major portion of mercury emissions to the air from chlor-alkali plants, which are likely to be elemental mercury vapour or aerosols, fall out within a few kilometres of the plant. Long distance transport of some of the mercury emitted, which eventually would be deposited on land and water, is also possible. Runoff from land further transfers transported mercury to water bodies. In addition, the problem of long-distance transport is exacerbated by the acidulation of rainwater in certain areas of North America. It was thus essential that regulations be issued to control mercury emissions to the atmosphere.

On July 1, 1978, the Chlor-Alkali Mercury National Emissions Standards Regulations limiting the amount of mercury emitted into the ambient air by a plant were promulgated. These regulations limited mercury emissions to:

a) 5 grams per day per 1000 kg of rated capacity of chlorine, where the source of the mercury is the ventilation gases exhausted from cellrooms;
b) 0.1 gram per day per 1000 kg of rated capacity, where the source of the mercury is the hydrogen gas stream originating from the denuders;
c) a total of 0.1 gram per day per 1000 kg of rated capacity, where the source of the mercury is the ventilation gases exhausted from end-boxes and tanks; and
d) 0.1 gram per day per 1000 kg of rated capacity, where the source of the mercury is the gases exhausted from retorts.

The total amount of mercury emitted into the ambient air by any plant from the sources noted above shall not exceed 1.68 kg per day.

In addition to the wastewater and air emission controls implemented to comply with regulations, brine treatment solids have been removed from the wastewater streams and buried in secure landfill sites. Solids rich in mercury, such as caustic soda filter solids and wastewater treatment solids, are now retorted or leached for the recovery of mercury or are being stored for eventual mercury recovery.

The imports of mercury metal into Canada showed a strong upward trend in the early 60's, with 1965 being the peak year when more than 450 000 kg were imported, largely to meet inventory requirements for new and expanded chlor-alkali plants. As

shown in Figure 1 the consumption of mercury fell dramatically between 1970 and 1979. From 1979 to the present, the consumption figure has once again increased. This is disturbing because some of this mercury will eventually end up in the environment. The major increases in mercury consumption have been in the manufacture of batteries, other electrical equipment and in the chlor-alkali industry as noted in this report. Most of the old dry cell batteries, fluorescent tubes, etc. will end up in municipal waste disposal areas. All mercury emissions from chlor-alkali plants will be continually monitored and appropriate action will be taken to protect the environment from emissions from this source.

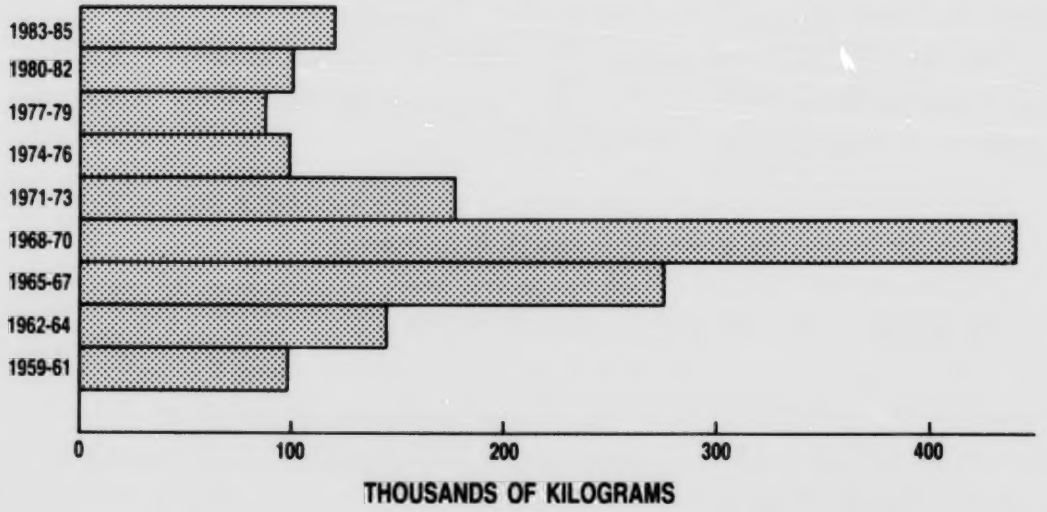


FIGURE 1 MERCURY CONSUMPTION IN CANADA 1959-1985

2 DISCUSSION

2.1 General

Although all chlor-alkali mercury cell plants modified their operating practices to take advantage of the best practicable technology for the control of mercury losses to the environment at that time, some companies concluded in 1972 that it was not to their advantage to continue operating mercury cell chlor-alkali plants and changed to a non-mercury process. Whether these decisions were for economic reasons or because of long-term environmental liabilities has not been determined. For these reasons and possibly others, several companies modified their operations.

Dow Chemical of Canada, Ltd. converted both of its plants in Sarnia to the diaphragm process in 1972 and phased out its Thunder Bay operation in 1973, even though these plants were meeting provincial and federal government requirements. On the other hand, two companies (Reed Ltd. at Dryden and Prince Albert Pulp and Paper Ltd.), both of which met the Chlor-Alkali Mercury Liquid Effluent Regulations, determined that the cost of meeting the Chlor-Alkali Mercury National Emission Standards Regulations (to control mercury emissions to air) could be too expensive for their relatively small operations, and converted their plants to the membrane process in 1975 and 1978, respectively. Canadian Industries Limited closed two mercury cell plants and increased production at their new diaphragm plant to make up for production losses. Alcan Ltd. and American Can of Canada Limited closed their plants, and Domtar Inc. mothballed its plant. The three companies are now purchasing their chlorine and caustic needs elsewhere. The dates of the plant closures/conversions are noted in previous reports.[1, 2]

With the closures and conversions of these plants, chlorine production by the mercury cell process decreased from around 520 000 tonnes per year to approximately 190 000 tonnes between 1970 and 1985, a reduction of over 60 percent.

The toxic nature of mercury and its compounds and the relative ease with which these materials may, when improperly discharged to the environment, enter into the food chain influenced the manner in which plant closures or conversions were conducted.

In all cases government agencies closely supervised the closures, the dismantling, decontamination and restoration procedures. The procedures used varied somewhat from plant to plant depending upon the extent of mercury contamination around the plant, the topographical location of the plant, the type of soil around the plant, the availability

of salt caverns, and whether the plant suspended operations or converted to a non-mercury process.

In general mercury was carefully removed from all equipment and sold to reputable dealers. All equipment was then decontaminated and buried along with mercury-contaminated sludges in pits of heavy clay soil, lined with polyethylene film or peat moss and capped with a cement pad or a thick clay cover. In the case of the old Shawinigan plant, the buildings were also demolished and buried and 143 000 m^3 of contaminated soil from under the cellroom, brine preparation area and sludge disposal pond were removed and buried in clay pits. If sections of the plant were to be reused in the converted plants, the buildings were decontaminated before conversion to storage areas, shops, etc.

These plants were monitored for a number of years after closure or conversion. Most of these plants are discharging less than 5 grams of mercury per day.[3]

2.1.1 Mercury Losses in Wastewaters. Mercury losses in liquid effluents have declined over the past 15 years, as has the number of plants producing chlorine by the mercury cell process. Mercury discharges in liquid effluents from all chlor-alkali plants in Canada rapidly decreased from 67 000 kg per year in 1969-70 to around 500 kg per year by 1973. The decrease since 1973 has been more gradual, to the present level of around 130 kg per year, a reduction of over 99.8 percent. These reductions are shown in Figure 2.

As indicated in the previous status report, Stanchem, a division of PPG Industries Canada Ltd., discharged 47.2 kg and 46.5 kg mercury in liquid effluents in 1982 and 1983, respectively.[4] These quantities were nearly equal to the total mercury discharges to liquid effluents from the other four operating plants. It was anticipated that the 1984-85 values would be much lower; however, the opposite has occurred, i.e., mercury discharges in liquid effluents from the Stanchem plant increased to 81.9 kg and 74.4 kg mercury for 1984 and 1985, respectively. This is more than the combined total from the other four plants.

Intensive negotiations between Stanchem and the provincial and federal governments resulted in a commitment in 1984 to install a new wastewater treatment system, at a cost of approximately $4.8 million. The principle features of the new system were to be as follows:

- The capacity of the existing treatment system was to be increased from 210 to 475 litres per minute with the option of increasing the capacity to 660 litres per minute if the need arose.

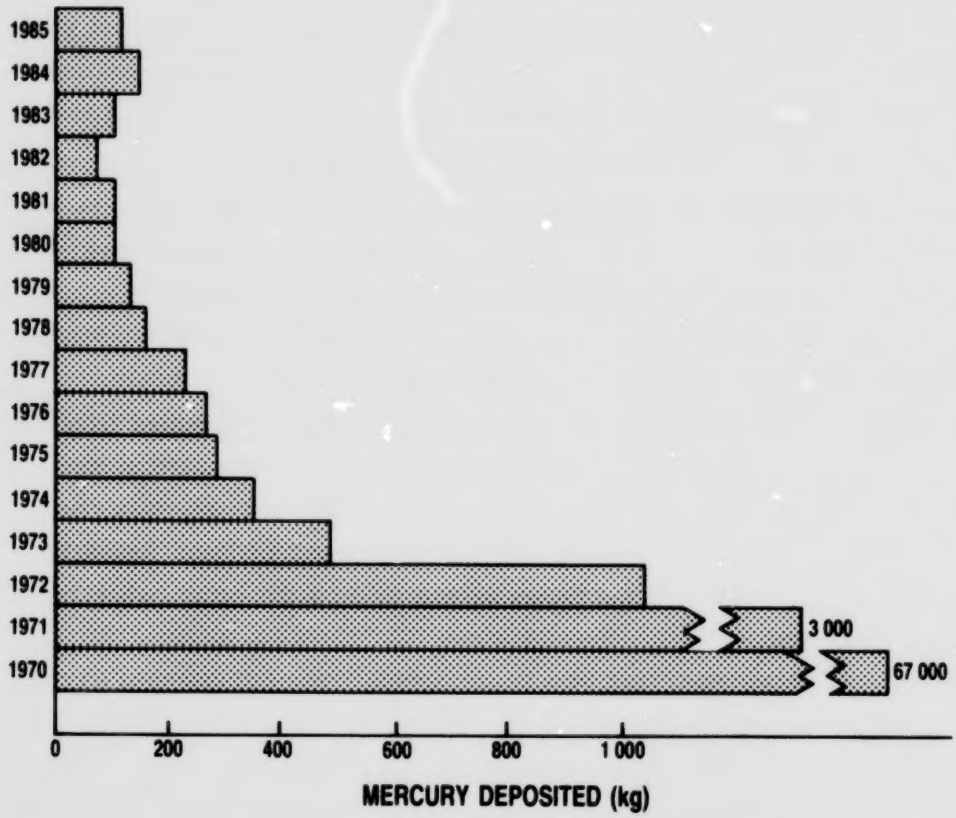


FIGURE 2 MERCURY DEPOSITED IN LIQUID EFFLUENTS, 1970-1985

- The already-built trenches adjacent to the cellroom would be put on-line and connected to the new treatment system.
- More rainwater would be collected and treated.
- More rainwater accumulated in the landfill trenches would be treated.
- The pH of the treatment system would be slightly acid which would improve the efficiency of the system.
- The activated carbon beds would be eliminated and any residual chlorine would be destroyed using sodium bisulphide without interfering with the precipitation of mercury. The amount of toxic solid wastes would be reduced.
- Two reservoirs would be available to collect and hold process wastewaters, and one other reservoir was to be available to hold storm runoff.
- Four tanks in series would be used to treat the wastewaters. In the first tank any residual chlorine, which interferes with the reaction to precipitate mercury, would

be eliminated. The pH would be adjusted in the second tank; final adjustment of the pH to between 5.0 - 6.0 would be made in the third tank; and the wastewater would be treated for the removal of mercury in the fourth tank using sodium bisulphide. The precipitated mercury would be removed by a horizontal leaf filter, followed by filter cartridges to remove the final traces of mercury.

Most of the violations at Stanchem, as noted in Table 1, were caused by poor control of the treatment system and overflowing (under-capacity) of the treatment system. These faults should be eliminated with the new treatment system, part of which was operating towards the end of 1985. Full operation was achieved in May 1986 and 100 percent compliance has been achieved since June 1986.

On September 13, 1984, 9 kg of mercury were accidentally spilled from the FMC of Canada Ltd. chlor-alkali plant into the effluent trench. This resulted in mercury discharges that exceeded the allowable limit for two days. The company was charged with three counts of violating the Chlor-Alkali Mercury Liquid Effluent Regulations. FMC pleaded guilty to one count and the crown agreed to drop the other two charges. The company was fined $5000.

Plant control performance can best be measured in terms of grams of mercury deposited per tonne of chlorine produced. This approach is compatible with federal effluent quality requirements, and allows a meaningful comparison of discharges to be made. As shown in Figure 3, mercury losses in liquid effluent have decreased from about 130 g per tonne of chlorine produced prior to 1970, to 0.65 g per tonne of chlorine produced in 1985, which is well below the maximum allowable limit of 2.50 g per tonne of chlorine produced.

Due to the excessive mercury discharges from Stanchem and the one high discharge from FMC, mercury losses to liquid effluents show an increase in 1984-85. The figures for each plant are shown in Appendix A.

2.1.2 Mercury Emissions to Air. The main sources of mercury emissions to air from mercury cell chlor-alkali plants are:

- the cellroom ventilation air,
- the hydrogen by-product stream,
- the cell end-box ventilation stream,
- gases exhausted from the retort, if present, and
- gases exhausted from tanks.

TABLE 1 VIOLATIONS OF LIQUID EFFLUENT REGULATIONS DURING 1984-85 AND CORRECTIVE ACTIONS TAKEN

Plant	Year	Number of Days in Violation	Amount of Mercury Discharged Above Allowable Limit	Reason	Corrective Action Taken
FMC	1984	2	0.35 kg	A cell "boiled out" resulting in high mercury in the chlorine gas. The mercury remained in the condensate which went to sewer.	
		2	8.48 kg	Mercuric chloride leachate solution is normally recycled back to cells. On this occasion it appears that the filtrate pump failed to remove the liquid and the leachate entered the sewer via the seal water line on the vacuum pump.	The line in question was rerouted so any discharge will drain to the mercury treatment system.
Total	1984	4	8.83 kg		
	1985	0	0		
Stanchem	1984	1	0.066 kg	A power failure occurred while effluent filters were in operation. The treatment tank overflowed and continued to do so after power came on as the pump failed. Effluent entered sanitary sewer.	Pump repaired. Only one of two filters now operate at one time to reduce possibility of overflows during upsets.
		2	0.294 kg	Mercury trapped in the subsoil of the adjacent roadway and stone backfills (from past spills) infiltrated the sanitary sewer line during the spring thaw.*	Comprehensive hydrogeological study launched. Shortrange and immediate corrective actions taken.
		2	0.124 kg	A rainwater collection pump was not operating properly, which added to infiltration problem.	
		9	2.87	Same as above*	
		2	0.247	Exceptionally heavy rainfall scoured contaminated silt into sewer lines and stilling basins.	

TABLE 1 VIOLATIONS OF LIQUID EFFLUENT REGULATIONS DURING 1984-85 AND CORRECTIVE ACTIONS TAKEN (Cont'd)

Plant	Year	Number of Days in Violation	Amount of Mercury Discharged Above Allowable Limit	Reason	Corrective Action Taken
Stanchem (cont'd)	1984	1	0.053	An underground high pressure water line broke causing infiltration of contaminated water into storm sewer.	Water line repaired. Leaky sewer lines being repaired. Underground water collection and decontamination systems being installed.
		1	0.057	The carbon bed of the effluent treatment system quit functioning without warning and analyzer was being repaired, so high Hg level not detected.	Carbon bed replaced and system restored to good conditions.
		3	1.366	Heavy rainfall caused infiltration into storm sewers.	Interceptor trench being constructed.
		1	0.088	Normal procedure for routine cleaning of sewer lines not followed, creating violation.	Procedure details reviewed with workmen.
		1	0.049	During shutdown it is very difficult to handle all the contaminated water from the cellroom; storage tank overflowed to sewer.	Redesigning and enlarging effluent treatment system.
		2	0.061	The retention tank of the effluent treatment system overflowed to sewer.	
		2	0.091	A malfunction of the polishing carbon bed occurred and the secondary bed was thus overcharged letting mercury escape.	Both carbon beds recharged.
		2	0.040	A spill of contaminated effluent infiltrated the sanitary sewer system.	
Total	1984	29	5.406		

TABLE 1 VIOLATIONS OF LIQUID EFFLUENT REGULATIONS DURING 1984-85 AND CORRECTIVE ACTIONS TAKEN (Cont'd)

Plant	Year	Number of Days in Violation	Amount of Mercury Discharged Above Allowable Limit	Reason	Corrective Action Taken
Stanchem	1985	1	0.537	No reason given.	
		3	2.88	A spill of NaOCl into treatment system caused a loss in treatment efficiency.	Changed carbon beds. Revised operating procedures.
		1	0.057	A loss of $NaClO_3$ to sewer caused leaching of mercury from sewer lines.	Operating procedures altered.
		1	0.115	Acid spill to the sewer which leached residual mercury from sewer lines.	The pumps were repaired.
		7	0.733	A tank with contaminated effluent overflowed and infiltrated the sanitary and storm sewers.	
		2	0.041	A tank containing contaminated effluent overflowed to sewer.	
		1	0.897	A unit in the treatment system broke causing losses to sewer.	The unit was immediately repaired.
		1	0.028	While backwashing the carbon beds the highly contaminated wastewater was misdirected by error.	The washing procedure was reviewed with personnel.
Total	1985	17	5.288 kg		
Totals					
C.I.L. Cornwall	1984	0	0		
	1985	0	0		
Canso Chemicals	1984	0	0		
	1985	0	0		
C.I.L. Dalhousie	1984	0	0		
	1985	0	0		

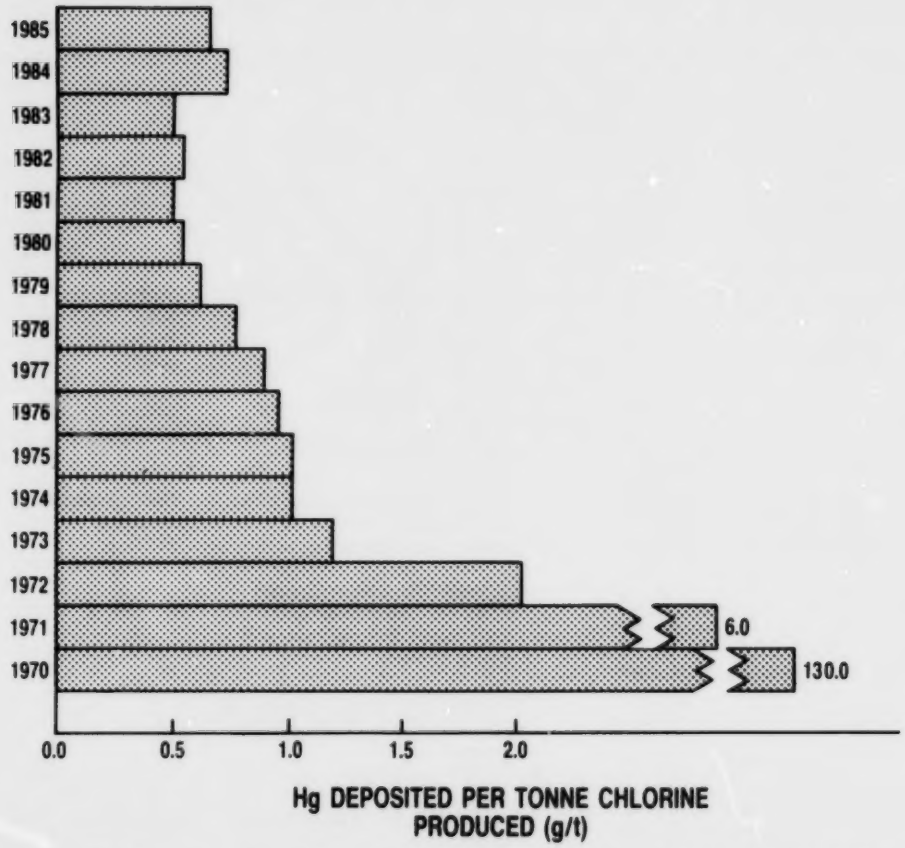


FIGURE 3 MERCURY DEPOSITED IN LIQUID EFFLUENTS PER TONNE CHLORINE PRODUCED, 1970-1985

In order to meet the national air emission regulations, plants had to install additional equipment to lower mercury emissions to the atmosphere from the hydrogen stream and end-box ventilation and tighten up on the equipment in the cellroom. Table 2 outlines the measures taken by the five operating plants in Canada. In addition to installing new anti-pollution devices, all plants have installed dimensionally stable anodes (DSAs). Cells will therefore require less maintenance which reduces mercury emissions to atmosphere from the cellroom.

To prevent excessive exposure of cellroom personnel to mercury, the cellroom must be adequately ventilated. The amount of mercury exhausted with the cellroom ventilation air is a function of the effectiveness of the cellroom maintenance and housekeeping procedures, as well as the temperature of the building and the volume of air exhausted.

Mercury enters the cellroom air through a number of operations and circumstances such as accidental mercury spills, cell rebuilding operations and other cell maintenance, removal and treatment of mercury butter, cell failure, shorting and other unusual circumstances, and cell, end-box and mercury pump leaks. Cellroom emissions from the five operating plants are given in Table 2.

During the third quarter compliance testing for Canadian Industries Limited (C.I.L.) at Dalhousie in 1985, the cellroom emissions averaged 5.54 g Hg per day per tonne of rated chlorine capacity, which is above the allowable daily limit of 5 g Hg/tonne chlorine produced. An in-plant mercury survey indicated high mercury levels around two cells. When one of these cells was removed for maintenance, mercury emissions dropped to less than 5 g Hg/day per tonne of chlorine produced for the remainder of the year. The offending cell was back in operation before the fourth quarter test.

At the Stanchem plant mercury emissions from the cellroom were above the regulation limit of 5 g Hg/day per tonne of rated chlorine capacity for 50 percent of the compliance tests for both 1984 and 1985. No reasons were given for the high results, but it was noted that when the sampling manifold was washed before one of the tests, the washings contained high levels of mercury. This confirms previous observations that the results of the compliance tests could be low due to the adsorption of mercury on the walls of the manifold or high when the adsorbed mercury is desorbed from the walls or if pieces of the adhering scale broke away from the manifold and entered the sample impingers.

The hydrogen gas stream, leaving the denuder at around 80°C and atmospheric pressure, is saturated with mercury vapour and an unknown amount of mercury occurs in the form of fine droplets. Most of this mercury is removed and recycled to the denuder by cooling in an indirect water-cooled heat exchanger to around 45°C. The stream then contains around 10 ppmv (parts per million volume) mercury vapour and likely three to nine times the saturation amount in the form of mercury droplets less than 3 mm in size. Subsequent treatment varies from plant to plant and is outlined in Table 2. This table also provides the treatment levels attained at the five plants. At the emission levels noted, treatment efficiencies of over 99 percent are normally obtained.

In 1985, the third quarter testing of the hydrogen stream at the C.I.L. Dalhousie plant showed emissions of 0.202 g Hg/day per tonne chlorine produced, more than double the regulated level. Despite numerous process changes, maintenance work, and subsequent tests, the plant failed to bring this source into compliance. Fourth quarter testing gave results of 0.169 g Hg/day per tonne of chlorine. By the end of 1985 mercury emissions from the hydrogen stream appeared to be in compliance.

TABLE 2 COMPLIANCE SUMMARY
CHLOR-ALKALI NATIONAL EMISSION STANDARDS REGULATIONS - 1984-85

C.I.L. Cornwall, Rated Capacity - 150 tonnes per day chlorine

Emission Source	Control Method	Mercury Emissions g/t•d	Mercury Emissions kg/d	Mercury Emissions kg/annum	Allowable Emissions	Comments
Cellroom Ventilation	Good cellroom maintenance. Good housekeeping procedures. Tight fitting covers on end-boxes. Adequate exhaust system on end-boxes and denuders. Mercury spills vacuumed up and mercury is covered with water or brine whenever cells are opened for maintenance.	1984: 0.85 1985: 0.73	0.13 0.11	46.1 39.6	273.75 kg/a*	Based on averages of monthly emission tests carried out using Environment Canada standard reference methods. In compliance.
End-box Ventilation	Primary direct spray cooler plus a shell and tube Freon cooler plus mist eliminator plus heat exchanger plus activated carbon bed.	1984: 0.0022 1985: 0.0011	0.0003 0.0002	0.12 0.06	5.475 kg/a 5.475 kg/a**	Based on monthly testing. In compliance.
Hydrogen Stream	Primary indirect coolers plus a direct spray cooler plus a shell and tube Freon cooler plus mist eliminator plus heat exchanger plus activated carbon bed.	1984: 0.0003 1985: 0.0004	0.00003 0.00003	0.011 0.012	5.475 kg/a**	Based on monthly testing. In compliance.
Retort Exhaust	The condenser removes most of the mercury. The gases then pass through an activated carbon filter.	1984: 0.008 1985: 0.003	-(a) -	0.43 0.15	5.475 kg/a**	Allowable miscellaneous emission from retort plus tanks is 0.1 g/t•day.
Tanks	No pollution control equipment.	Estimated to be very low				
Total Plant Emissions			1984: 1985:	46.7 kg 39.8 kg		

(a) The retort is not used every day
* Based on 5 grams per tonne per day
** Based on 0.1 grams per tonne per day

TABLE 2 COMPLIANCE SUMMARY
CHLOR-ALKALI NATIONAL EMISSION STANDARDS REGULATIONS - 1984-85 (Cont'd)

FMC: Squamish, Rated Capacity - 184 tonnes per day

Emission Source	Control Method	Mercury Emissions g/t•d	Mercury Emissions kg/d	Mercury Emissions kg/annum	Allowable Emissions	Comments
Cellroom Ventilation	Good cell maintenance; good housekeeping procedures; tight-fitting covers installed on end-boxes seal pots and drip pots. Floor area sealed with epoxy surface. In addition mercury spills are vacuumed up and mercury is always covered with water or brine when cells are opened for maintenance.	See comments				As cell area is not enclosed in a building, mercury emissions from the cell area cannot be measured. Provincial environmental agency prescribes a maximum concentration of 50 mg/m^3 in the cell area atmosphere. FMC complies with the provincial concentration limit.
End-box Ventilation	Primary indirect water coolers plus mist eliminator plus Purasiv molecular sieves.	1984: 0.038 1985: 0.036	0.0068 0.0066	2.5 2.4	6.716 kg/a*	Based on quarterly compliance testing. In compliance.
Hydrogen Stream	Primary indirect water coolers plus secondary indirect water cooler plus mist eliminator plus a Purasiv molecular sieve.	1984: 0.031 1985: 0.021	0.0057 0.0038	2.1 1.4	6.716 kg/a*	Based on quarterly compliance testing. In compliance.
Retort Exhaust	Condenser followed by exhaust to end-box treatment system.	-	see end-box			
Tanks	No pollution control equipment installed.			estimated to be low		
Total Plant Emissions		1984: 1985:		243 kg 237 kg		Company's best estimate.

* Based on 0.1 gram per tonne per year.

TABLE 2 COMPLIANCE SUMMARY
CHLOR-ALKALI NATIONAL EMISSION STANDARDS REGULATIONS - 1984-85 (Cont'd)

Stanchem, Rated Capacity - 204 tonnes per day

Emission Source	Control Method	Mercury Emissions g/t•d	Mercury Emissions kg/d	Mercury Emissions kg/annum	Allowable Emissions	Comments
Cellroom Ventilation	Good cell maintenance, tight fitting covers on end-boxes; adequate exhaust system on end-boxes and denuders mercury spills vacuumed up and mercury is covered with water or brine when cells opened for maintenance.	1984: 4.79 1985: 4.58	0.977 0.933	356.8 340.6	372.3 kg/a*	The 1984-85 values are based on quarterly compliance tests. The 1st and 2nd quarterly test results in 1984 and the 2nd and 3rd quarterly test results in 1985 were not in compliance.
Hydrogen Stream	Primary indirect water coolers plus secondary indirect water cooler plus a compressor plus mist eliminator plus a heat exchanger plus activated carbon (impregnated with sulphur) bed.	1984: 0.120 1985: 0.007	0.0245 0.0015	8.96 0.54	7.446 kg/a**	Mercury emissions were high for one quarterly test in 1984. Generally in compliance.
End-box Ventilation	Primary indirect water coolers plus mist eliminator plus heat exchanger plus activated carbon (impregnated with sulphur) beds.	1984: 0.0016 1985: 0.0012	0.0003 0.00025	0.125 0.090		
Residual Gas Vent	Caustic soda scrubber. Some of the gas passes through an activated carbon bed.	1984: 0.012 1985: 0.016	0.0024 0.0032	0.890 1.176	7.446 kg/a**	The plant was in compliance for 1984 and 1985.
Tanks	In 1984 the tanks ventillation system was equipped with activated carbon adsorbers.	1984: 0.0007 1985: 0.0002	0.00015 0.00004	0.054 0.016		
Total Plant Emissions		1984: 1985:		366.8 kg 342.4 kg		

* Based on 5 grams per tonne per day
** Based on 0.1 gram per tonne per day

TABLE 2 COMPLIANCE SUMMARY
CHLOR-ALKALI NATIONAL EMISSION STANDARDS REGULATIONS - 1984-85 (Cont'd)

C.I.L.: Dalhousie, Rated capacity - 94 tonnes per day

Emission Source	Control Method	Mercury Emissions g/t·d	Mercury Emissions kg/d	Mercury Emissions kg/annum	Allowable Emissions	Comments
Cellroom Ventilation	Good cell maintenance, good housekeeping procedures, tight fitting covers on end-boxes, and denuders. In addition mercury spills are vacuumed up and mercury is always covered with water or brine when cells opened for maintenance.	1984: 1.83 1985: 3.26	0.17 0.31	62.6 111.6	171.55 kg/a*	Based on quarterly compliance testing. In compliance except for the third quarter compliance test in 1985.
End-box Ventilation	Tube and shell water cooler plus TCA scrubber (using chlorinated brine) plus mist eliminator.	1984: 0.020 1985: 0.004	0.0017 0.0004	0.64 0.14	3.431 kg/a**	Based on quarterly compliance testing. In compliance.
Hydrogen Stream	Tube and shell water cooler plus TCA scrubber plus mist eliminator.	1984: 0.063 1985: 0.106	0.0058 0.0099	2.14 3.62	3.431 kg/a**	Based on quarterly compliance testing. The plant was in compliance except for the third and fourth quarter test in 1985. The reason could not be determined.
Retort Exhaust	The exhaust gases pass through a condenser and are then vented to the end-box treatment system.	-	-	-	-	In compliance.
Tanks	No pollution control equipment	-	-	Estimated to be low		
Total Plant Emissions		1984: 1985:		65.4 kg 115.4 kg		

* Based on 5 grams per tonne per year
** Based on 0.1 gram per tonne per year

TABLE 2 COMPLIANCE SUMMARY
CHLOR-ALKALI NATIONAL EMISSION STANDARDS REGULATIONS - 1984-85 (Cont'd)

Canso Chemicals, Rated Capacity - 79 tonnes per day

Emission Source	Control Method	Mercury Emissions g/t•d	Mercury Emissions kg/d	Mercury Emissions kg/annum	Allowable Emissions	Comments
Cellroom Ventilation	Good cell maintenance, good housekeeping procedures, tight fitting covers on end-boxes, adequate exhaust system on end-boxes and denuders. Mercury spills are vacuumed up and mercury is covered with water or brine when cells opened for maintenance.	1984: 1.81 1985: 1.66	0.143 0.131	52.3 47.8	144.175 kg/a*	Based on quarterly compliance testing. In compliance.
End-box Ventilation	Tube and shell water cooler plus a chlorinated brine scrubber.	1984: 0.066 1985: 0.017	0.005 0.001	1.92 0.49	2.8835 kg/a**	Based on quarterly compliance testing. In compliance except for the second quarter compliance test.
Hydrogen Stream	Primary indirect water cooler plus a tube and shell gylcol cooler plus mist eliminator plus heat exchanger plus two carbon beds in series.	1984: 0.0003 1985: 0.0004	<0.00002 <0.00004	0.008 0.012	2.8835 kg/a**	Based on quarterly compliance testing. In compliance.
Tanks	There is no air pollution control equipment on the storage tanks	-	-	Estimated to be low		
Total Plant Emissions		1984: 1985:		54.2 kg 48.3 kg		

* Based on 5 grams per tonne per year
** Based on 0.1 gram per tonne per year

In 1984, during the second quarter compliance testing of the hydrogen stream, Stanchem was discharging 0.353 g Hg/day per tonne of chlorine produced, which is over three times the allowable limit. Subsequent testing in 1984 and 1985 showed emission levels within the regulated limit.

Mercury and mercury compounds leave the denuders and end-boxes via the ventilation system. The volume of ventilation air depends upon the type and physical configuration of the end-boxes, denuders and other equipment, the age of the plant and the operating procedures employed. Since, in most cases, the volume of end-box ventilation air is less than that of the hydrogen stream, control schemes available for the hydrogen stream are usually also available for the end-box stream. Estimated losses of mercury through untreated end-box ventilation ranges from about 0.5 to 3 g per tonne of chlorine produced. Treatment efficiencies of around 98 percent are normally attained, as shown in Table 2.

During the 1984 second quarter compliance testing at Canso Chemicals, mercury emissions from the brine scrubber, which is venting the end-boxes, had levels of 0.444 g Hg/day per tonne chlorine produced which is over four times the allowable limit. The cause was believed to be the removal of a restricting orifice from the scrubbing system; this was removed to prevent the blowout of steam, hydrogen and mercury into the cellroom. However this resulted in mercury not condensing in the scrubber because of reduced pressure. The problem was resolved by increasing the flow of brine and chlorine content through the scrubber which increased the overall efficiency. Subsequent tests revealed that this source was in compliance.

At some plants retorts are used to recover mercury from mercury-rich solids. The vapourized mercury is condensed, collected and returned to the cells. The exhausted gases are further treated by passing them through an activated carbon filter or are vented to the end-box treatment system. If so, the mercury emissions from the retort are included in the end-box values noted in Table 2.

Mercury in filtered caustic soda is normally less than 1 mg/L; however, displaced air (when caustic soda is being pumped to storage tanks from current production) contains some mercury. Because the amount of mercury emitted to air from caustic storage tanks at four of the plants is normally low, no control equipment has been installed on these tanks. Mercury losses from caustic storage tanks at Stanchem have been reduced substantially due to the installation of the activated carbon adsorbers and are no longer considered a problem.

2.1.3 Mercury Losses in Solid Wastes. The principle sources of solid wastes generated at mercury cell chlor-alkali plants are:

- impurities such as gangue, gypsum, etc., that are not dissolved in the brine saturators;
- recycled brine treated for removal of impurities after resaturation by precipitation of calcium, magnesium and iron ions using soda and barium chloride;
- the caustic soda product from the denuder cell, which contains mercury almost entirely in the form of suspended droplets of liquid metal;
- treatment of contaminated wastewaters, which usually includes pH adjustment, precipitation with sodium bisulphide, and the addition of a flocculent followed by filtration; and
- miscellaneous sources such as cell maintenance, treated mercury butter, retort solids, etc.

The different procedures used by each plant for treating and disposing of these solid wastes are outlined in Appendix B.

Monitoring wells, strategically located around the burial sites, are routinely sampled to determine if there is any migration into the groundwater. The amount of mercury detected in the monitoring wells around the sludge burial sites is shown in Appendix B.

2.1.4 Mercury in Products. It is inevitable that some mercury will be present in products from mercury cell chlor-alkali plants. As noted previously, all caustic soda is filtered to remove fine mercury particles; however, most caustic produced still contains some mercury (normally less than 1 mg/L). The hydrogen gas is cooled and treated in control equipment to remove most of the mercury. When these products are used to produce other products, such as sodium hypochlorite and hydrochloric acid, the mercury in the caustic soda and hydrogen end up in the new products. The mercury present in products from the five operating plants is shown in Table 3.

2.2 Government Monitoring of Mercury Losses

Over the past 12 years both provincial and federal environmental agencies have sampled the mercury cell chlor-alkali plants extensively for mercury in wastewaters, emissions to air, in solid wastes and in products. Continuing spot checks are periodically carried out. Samples are normally split so a comparison can be made between the company and government analyses. Agreement between the results are normally good.

TABLE 3 MERCURY IN PRODUCTS LEAVING CHLOR-ALKALI PLANTS

Company	1984 (kg/annum)	1985 (kg/annum)
FMC	8.8	7.5
C.I.L.: Cornwall	30.1	20.0
Stanchem	18.4	18.6
C.I.L.: Dalhousie	20.7	25.6
Canso Chemicals	7.2	6.3

Mercury emission surveys are carried out at least every three months (as required by the regulations) by the companies and/or consultants. An inspector is normally present to ensure that the proper monitoring procedures are followed. C.I.L. at Cornwall monitors its plant every month. All plants monitor the cellroom frequently (two to three times per week) using a mercury vapour sniffer.

Mercury emissions to air from the hydrogen stream and end-box vent for the five operating plants averaged 0.038 g per tonne of chlorine produced per day and 0.024 g per tonne of chlorine produced per day respectively. These values are quite accurate as samples are taken from ducts. Mercury emissions to air from the cellroom averaged 2.96 g per tonne of rated chlorine capacity per day. This value is more suspect as it is very difficult to obtain a representative sample from a building exhaust. With other miscellaneous emissions it is estimated that total emissions to the air from the five plants is presently around 900 kg per year, a reduction of 96 percent since 1970. This substantial reduction is largely due to the conversion or closure of 10 plants and the installation of the best practical control equipment at the five remaining plants.

2.3 Mercury Purchases and Consumption

The Chlor-Alkali Mercury Liquid Effluent Regulations require each plant to report the amount of mercury purchased (or received from another plant). The mercury purchased is used to make up losses (in wastewater, air, products, solid waste and in other ways) in producing chlorine and to make additions to cell inventory, and is stored for future use.

Each year the companies report their mercury inventory. This inventory shows the annual net input of mercury to the plant; the initial and final inventory in stores, in the cell loop, in process equipment and in recoverable solids; and, mercury in products

leaving the plant, in liquid effluents, in air emissions and in impounded solids. From these figures the mercury consumed by each plant is computed (mercury consumption = net input of mercury to the plant plus any decrease in inventory).

Mercury consumed by the chlor-alkali chemicals industry has declined markedly over the past 15 years mainly due to the decrease in operating plants. The amount of mercury consumed to produce one tonne of chlorine has also declined markedly since the introduction of controls in 1972. This decline is the result of industry's efforts to operate its plants efficiently and to reduce mercury emissions in water, air and solid waste by installing pollution control equipment. The decline in mercury consumed since 1969 is shown graphically in Figure 4.

It is virtually impossible to accurately determine the amount of mercury present in each cell, mercury pump, piping, solid wastes stored for mercury recovery, etc. Thus increases/decreases in mercury consumption that are accountable for a particular year should in reality be averaged out over a number of years to more accurately depict operating conditions. For example the net mercury input to the C.I.L. plant at Cornwall has been low over the past 10 years, but consumption figures for the 1984-85 period show a substantial increase based on the best estimate of plant inventory. The C.I.L. plant at Dalhousie also shows a significant increase. These increases were necessary for cell operation, after several years of low mercury input.

Mercury consumed to produce a tonne of chlorine at the FMC of Canada Ltd. plant shows a reduction for both 1984 and 1985. Canso Chemical's consumption figures are still very low while Stanchem is still by far the highest consumer of mercury among the five plants.

Figure 4 indicates that the mercury consumption trend for the five plants is up over the past six years.

2.4 Impact on Environment

Although direct discharges of mercury to receiving bodies of water have been drastically reduced over the past 15 years, the large amounts of mercury discharged during the 1960s are still a cause of great concern. Bottom sediments of some rivers systems are contaminated with mercury. That contamination undoubtedly will continue to find its way through the aquatic food chain. Considerable worldwide effort has been devoted to finding solutions to this problem.

The most important single discovery in understanding the chemical and biochemical cycles of mercury in the environment was made by Swedish investigators

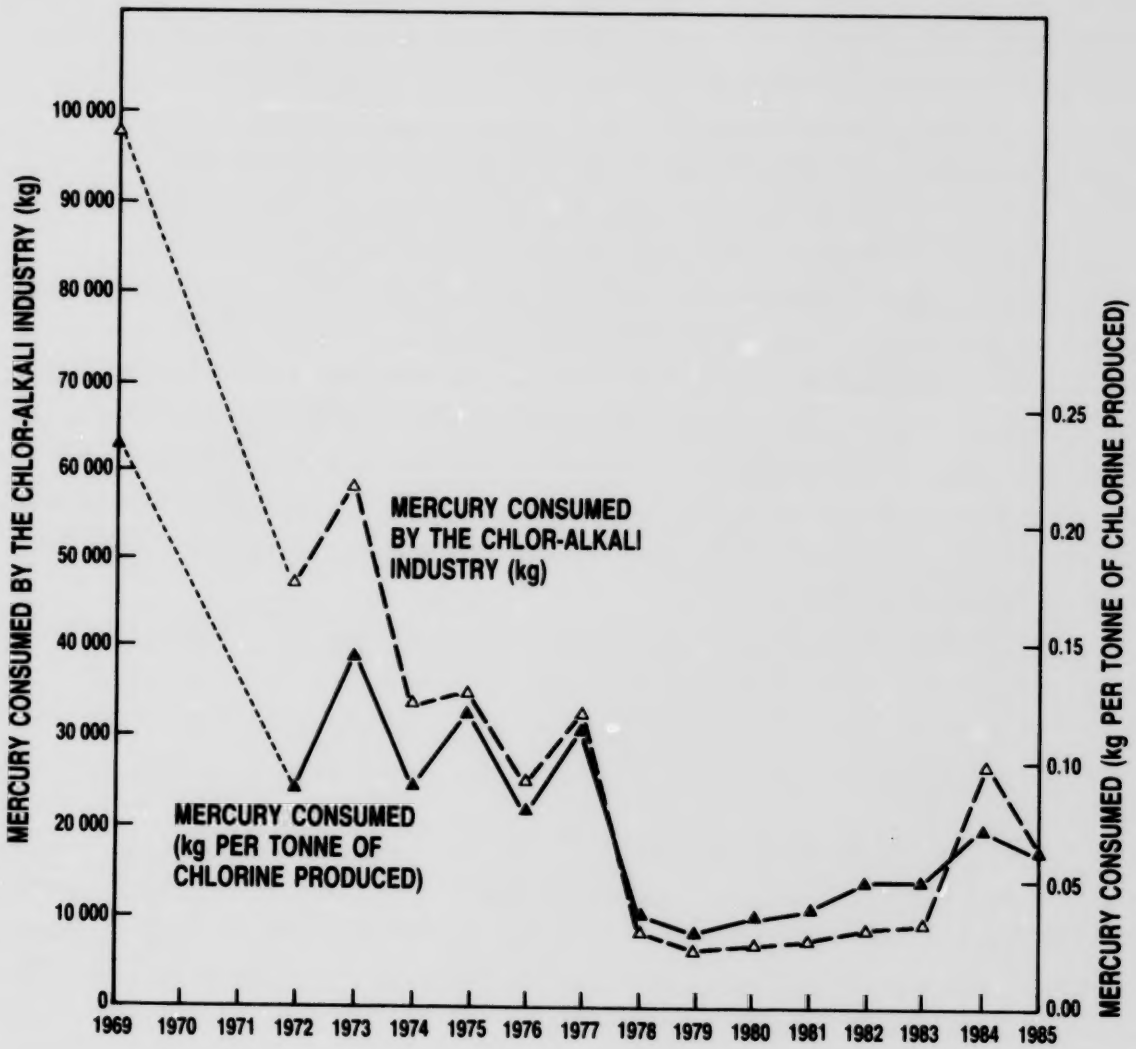


FIGURE 4 MERCURY CONSUMED BY CHLOR-ALKALI PLANTS IN CANADA, 1969-1985

when their investigation into the source of methyl mercury in fish led to the finding that microbial activity in aquatic sediment can result in the methylation of inorganic mercury (Jensen and Jernelov, 1967).[5]

The methylation of mercury in aquatic systems appears to occur in both aerobic and anaerobic waters, in sediments and in the presence of both aerobes and anaerobes. Both mono and dimethyl mercury compounds are formed, depending on pH and other conditions. Monomethyl mercury compounds rapidly diffuse from the microorganisms and accumulate in aquatic food chains.

Many factors influence the extent of accumulation of methyl mercury in fish, including the age of the fish, the species of fish, the levels of mercury in the sediment, organic content of the sediment, the presence of zooplankton, the temperature of the water as well as the dissolved oxygen content and redox potential.

Two other important factors influencing the concentration of mercury in fish from a specific area are very likely a) the amount of "active mercury" present in the sediment (mercury-contaminated sediment not covered over with up to 10 cm of very low mercury-containing sediment) and b) the amount of mercury being added to the waterbody in that area. Very likely the second of these two is the more important.

The concentration of mercury in Lake St. Clair sediments in 1970 ranged from 0.07 to 2.57 µg/g, representing about a three-fold increase in the average concentration over that observed in Lake Huron.[6]

A significant decrease in mercury concentrations was observed in Lake St. Clair sediments after 1970 (Thomas et al., 1975, and Mudroch, 1985, as cited in reference 6). This observation indicates a decrease in mercury loadings to the St. Clair River following actions taken by Dow Chemical Canada Inc. to control mercury discharges.

In the most recent survey, sections of the river that contained more tarry material and had a strong oily odour had a higher concentration of mercury. The concentration of mercury at station 13 B -- just downstream from the Dow Chemical outfall -- was much higher than at station 10 X -- about 1 km up river from Dow Chemical. About a 10 times lower concentration was found in the 0- to 18-cm sediment core at station 16 A --about 1 km down river from Dow Chemical -- than at station 13 B. However, the mercury concentration between 18- to 24-cm sediment depth at station 16 A was similar to that found in core 13B. High concentrations of mercury at the 18- to 24-cm depth at station 16A most likely reflect pre-1970 inputs. This more contaminated sediment has been covered with silt containing significantly lower concentrations of mercury.[6]

Since Dow Chemical of Canada Inc. converted to the diaphragm process for producing chlorine, additions of mercury to the St. Clair River (from the Dow plant) have decreased to a negligible amount. As a result the mercury content in most fish species have shown a definite decline to below the 0.5 µg/g federal guideline forbidding the distribution, sale or consumption of fish in Canada. The mercury levels in edible fish taken from Lake St. Clair are shown in Figures 5 and 6.

A similar but not as dramatic decline has occurred for mercury levels in fish taken from the South Saskatchewan River (see Figure 7) below the Prince Albert Pulp Co. chlor-alkali plant, which converted to a membrane process in 1978.

Mercury levels have been determined in fish taken from below wastewater outfalls from only three of the five operating chlor-alkali mercury cell plants.

Mercury discharges in wastewaters from the C.I.L. plant at Cornwall and the FMC of Canada plant have been relatively low over the past 13 years. As a result, mercury in walleye taken from Lake St. Francis, which is below the C.I.L. Cornwall outfall, and in crab taken from Howe Sound, to which FMC discharges its wastewaters, indicate a dramatic decline, as shown in Figures 8 and 9.

On the other hand mercury discharges from the Stanchem plant have remained relatively high and in Lac St. Louis, to which the Stanchem plant discharges its wastewaters, a number of factors contribute to the problem, i.e.:

i) the rate of sedimentation is very low,
ii) almost no transport of contaminated sediment occurs outside of the contaminated zone,
iii) the sediment is a continuous source of mercury, and
iv) the bottom sediments are mixed by benthic activity to the top of the lake floor.[7]

These combined activities have maintained almost a constant level of mercury in fish from Lac St. Louis, as shown in Figure 10.

A close check on mercury emissions to air and to wastewaters from mercury cell chlor-alkali plants will be maintained. In addition, monitoring of mercury in fish taken from rivers and lakes into which existing and closed or converted chlor-alkali plants discharged their wastewaters will be continued to follow the trends shown in Figures 5 to 10 in this report.

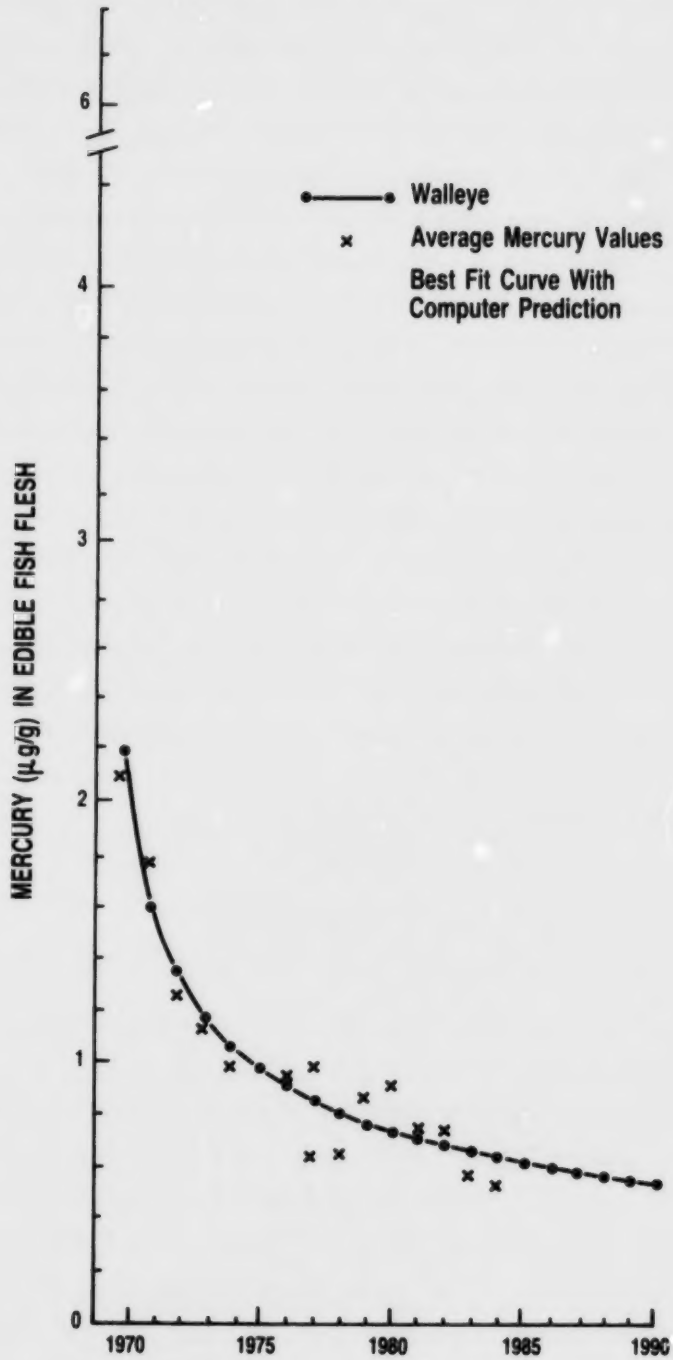


FIGURE 5 MERCURY IN WALLEYE TAKEN FROM LAKE ST. CLAIR[6]

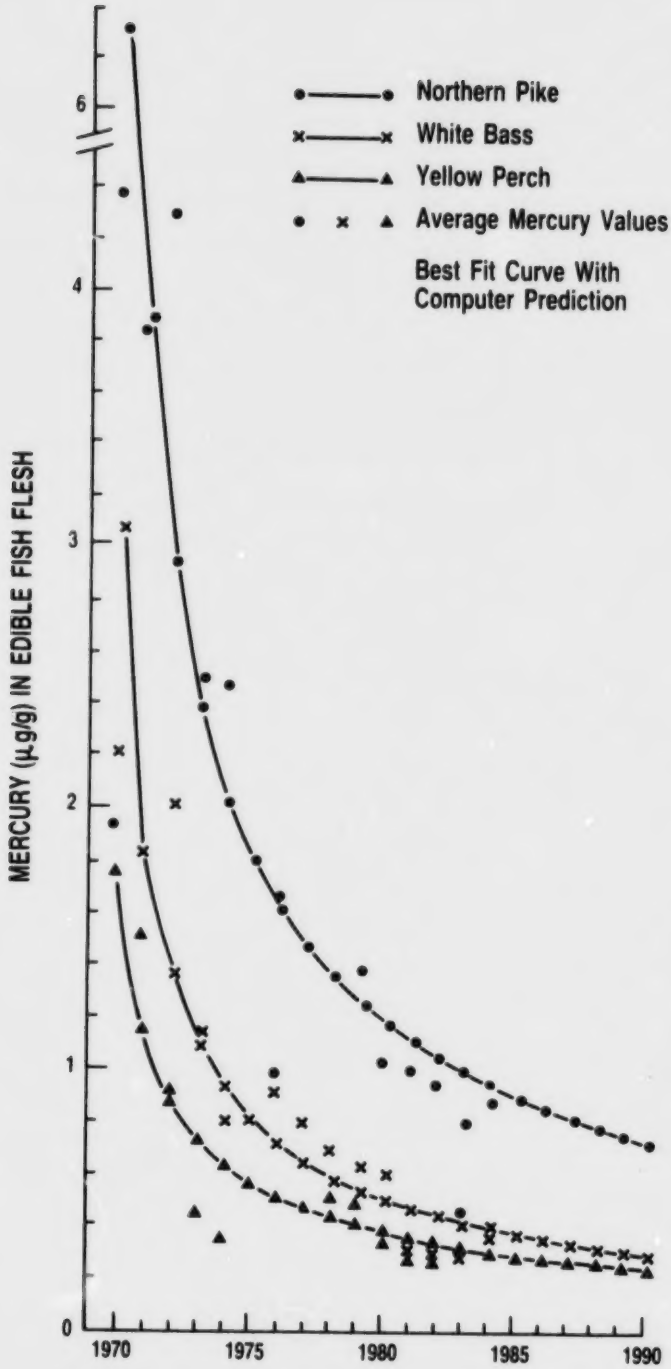


FIGURE 6 MERCURY IN NORTHERN PIKE, WHITE BASS AND YELLOW PERCH TAKEN FROM LAKE ST. CLAIR

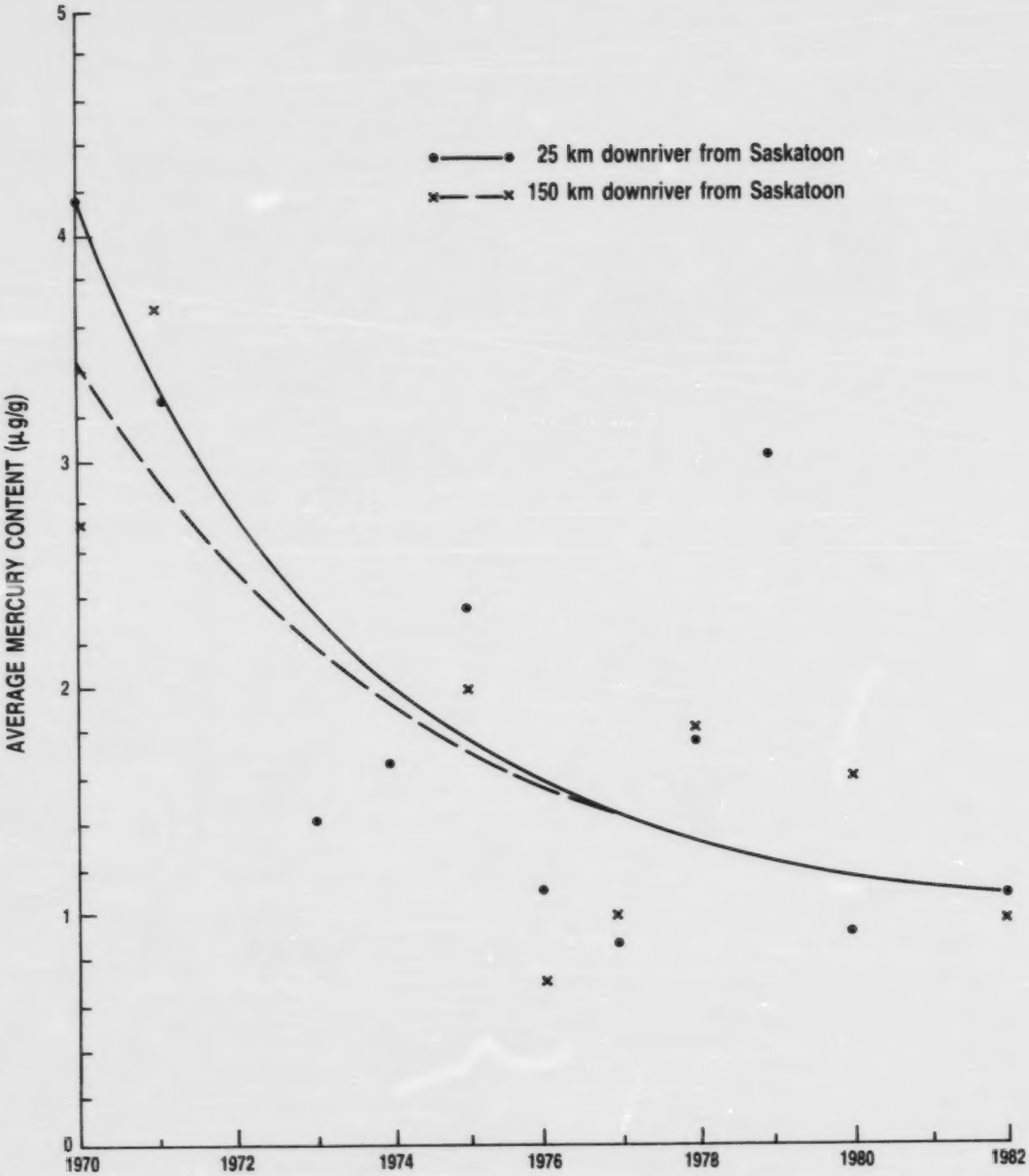


FIGURE 7 MERCURY IN NORTHERN PIKE TAKEN FROM SOUTH SASKATCHEWAN RIVER

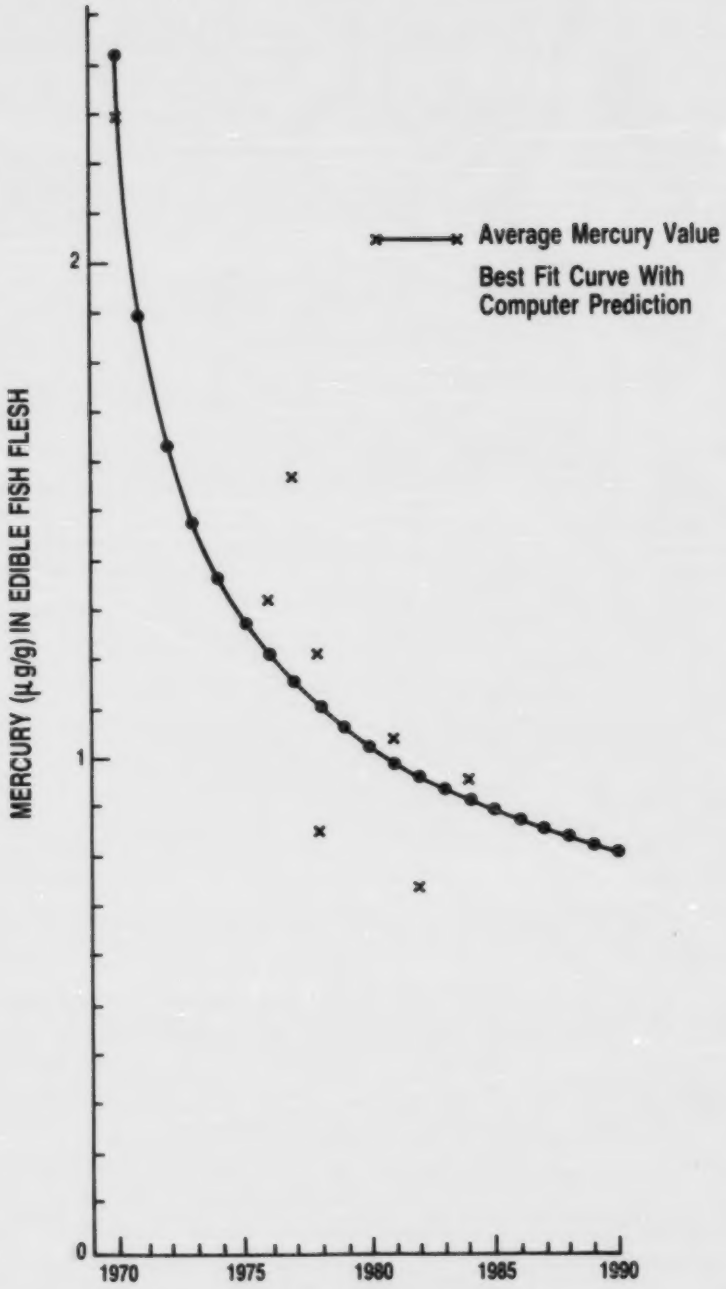


FIGURE 8 MERCURY IN WALLEYE TAKEN FROM LAKE ST. FRANCIS

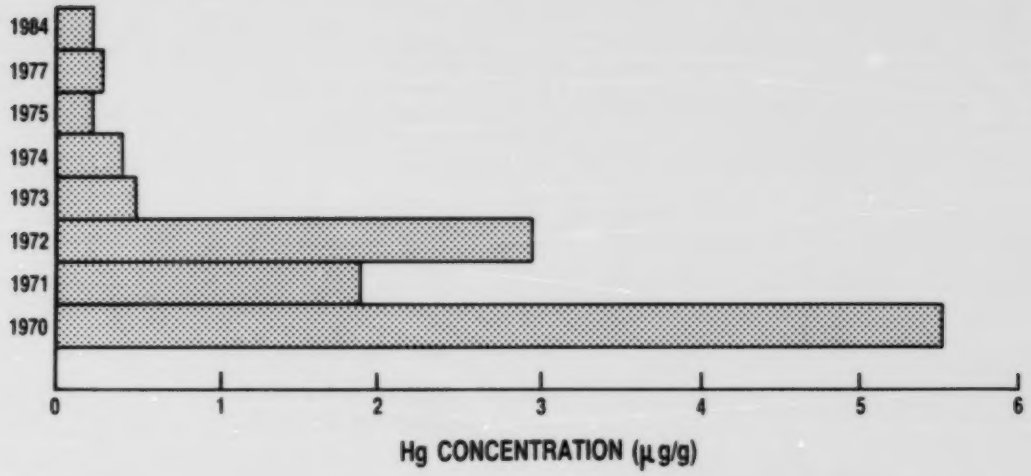


FIGURE 9 MERCURY IN CRAB TISSUE TAKEN FROM HOWE SOUND

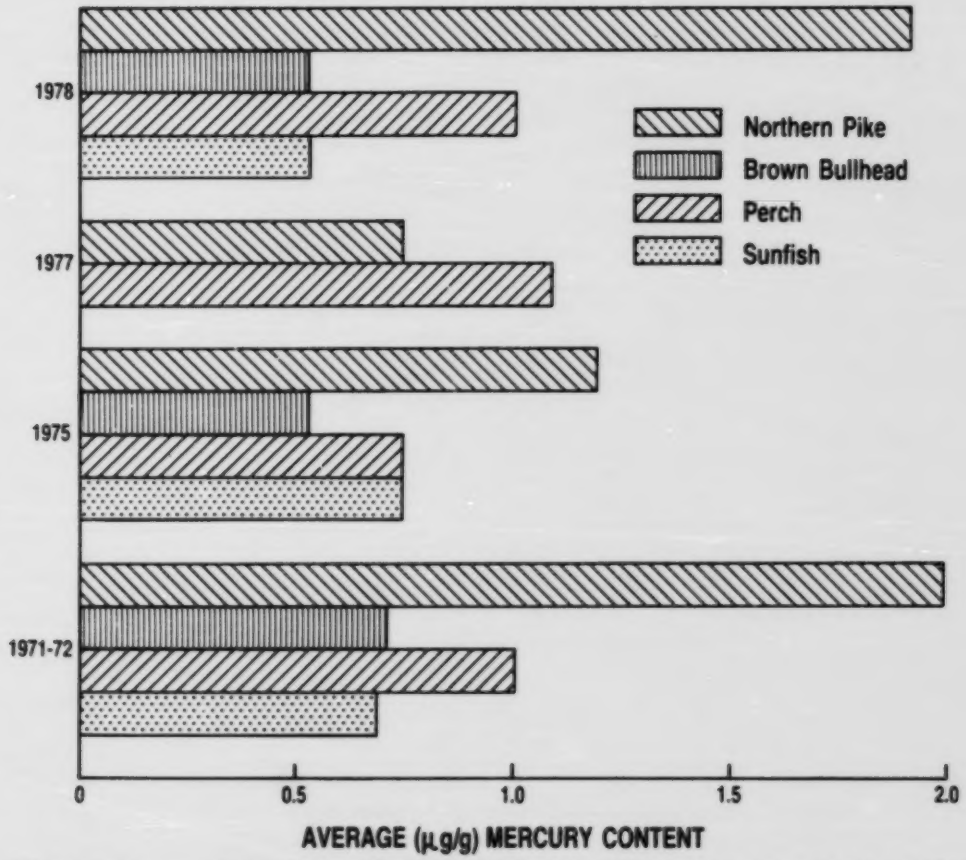


FIGURE 10 MERCURY IN FISH TAKEN FROM LAKE ST. LOUIS - SOUTH END

REFERENCES

1. Environment Canada, Status Report on Compliance with the Chlor-Alkali Mercury Regulations 1976-1977. Report No. EPS 3-WP-79-8, Ottawa, 1979.

2. Environment Canada, Status Report on Compliance with the Chlor-Alkali Mercury Regulations 1978-79. Report No. EPS 3-WP-81-2, Ottawa, 1981.

3. McBeath, I., Decommissioning of Mercury Cell Chlor-Alkali Plants in Canada, Environment Canada, Report No. EPS 3-EP-83-5, Ottawa, 1983.

4. Environment Canada, Status Report on Compliance with the Chlor-Alkali Mercury Regulations 1982-83, Report No. EPS 1/HA/1, Ottawa, 1985.

5. Jensen, S., and A. Jernelov, Biological Methylation of Mercury in Aquatic Organisms, Nature, 223, 753, 1969.

6. St. Clair River Pollution Investigation (Sarnia Area), Canada-Ontario Agreement Respecting Great Lakes Water Quality, 1986.

7. Sloterdijk H. "La contamination mercurielle chez les poissons des lacs Saint-Louis et Saint-François avec une évaluation des tendances des concentrations de 1971 à 1978". Environment Canada, Longueil, Que.

APPENDIX A

SUMMARY OF MERCURY DISCHARGES IN LIQUID EFFLUENTS FROM CHLOR-ALKALI PLANTS FROM JANUARY 1, 1980 TO DECEMBER 31, 1985

APPENDIX A

SUMMARY OF MERCURY DISCHARGES IN LIQUID EFFLUENTS FROM CHLOR-ALKALI PLANTS FROM JANUARY 1, 1980, TO DECEMBER 31, 1985

	Company-Reported Data Mercury Discharged with Liquid Effluents											
	kg/annum						g/t chlorine					
Company	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1980	1981	1982	1983	1984	1985
FMC	23.2	19.3	16.8.	20.0	32.3	18.1	0.44	0.35	0.39	0.40	0.69	0.32
C.I.L.: Cornwall	31.8	29.9	20.0	19.9	14.6	15.5	0.67	0.76	0.53	0.53	0.36	0.41
Stanchem	41.9	37.3	47.2	46.5	81.9	74.4	0.83	0.72	1.01	0.90	1.43	1.34
C.I.L.: Dalhousie	9.1	10.7	6.0	6.4	11.0	14.9	0.32	0.37	0.28	0.26	0.35	0.47
Canso Chemicals	7.0	6.6	6.6	5.3	4.8	3.9	0.33	0.34	0.47	0.31	0.23	0.22

APPENDIX B

METHODS USED TO DISPOSE OF MERCURY-CONTAMINATED SLUDGES AND SOLIDS

APPENDIX B

METHODS USED TO DISPOSE OF MERCURY-CONTAMINATED SLUDGES AND SOLIDS

Company	Saturator Solids	Brine Treatment Solids	Wastewater Treatment Solids	Caustic Filter Solids	Miscellaneous Solids
FMC	None - solar salt used	The brine treatment solids are mixed in the ratio of 4 parts brine treatment solids to 6 parts of sand, and buried in a PVC lined disposal pit. The abandoned disposal ponds are covered with an impermeable plastic membrane and clay topping. The brine solids contain 30 to 100 mg Hg per kg of solids.	The HgS produced from the treatment of Hg-contaminated wastewaters and cellroom muds are leached with NaOCl. The resolubilized Hg is recycled. The leached solids containing around 200 mg Hg/kg solids are blended into the brine solids stream before the sand addition.	The caustic filter backwash is sent to a holding tank. The supernatant is sent to the wastewater treatment system. The settled solids in the tank are drummed and stored on site. A third caustic filter was installed.	The residue from the treatment of mercury butter, cell and cellroom muds plus other miscellaneous solids high in mercury are drummed and stored on-site for future off-site disposal.
Total mercury impounded with solids were: 72 kg for 1984; and 52 kg for 1985. Typical concentrations of mercury found in the monitoring wells around the burial pits varied from 0.5 to 1.8 µg/L.					
C.I.L., Cornwall	Brine saturator solids, which contain 0.2 to 1 mg Hg per kg solids are mixed with brine treatment solids and disposed of at the City landfill site as directed by Ontario Ministry of Environment officials.	Brine treatment solids containing 1 to 10 mg Hg per kg solids are dewatered by filter and buried in the City landfill site. KCl settler sludge is taken by Stablex by a licensed hauler for disposal using Stablex's "Sealosafe" process. The waste is converted into an environmentally inert material. No contaminated solids were sent to Stablex in 1985.	Wastewater treatment solids, which are filtered from the treated effluent, are retorted for mercury recovery; Retort residues, which contains approx. 10 to 60 mg Hg per kg solids are stored on plant property in sealed containers. Plans are that these solids will be stabilized using the "sealosafe" process when they are accepted by Stablex.	Caustic filter sludge is retorted for mercury recovery.	Cell and cellroom muds, residue left in the treatment of mercury butter plus other miscellaneous solids containing high mercury concentrations are retorted for mercury recovery. Spent activated carbon from the strong hydrogen filter is changed approx. every five years. In 1983 spent carbon was sealed in drums and sent to Italy for mercury recovery.
Total mercury impounded with solids were: 456.9 kg for 1984; 447.8 kg for 1985 (most of the 1985 sludge is waiting for disposal).					

APPENDIX B

METHODS USED TO DISPOSE OF MERCURY-CONTAMINATED SLUDGES AND SOLIDS (CONT'D)

Company	Saturator Solids	Brine Treatment Solids	Wastewater Treatment Solids	Caustic Filter Solids	Miscellaneous Solids
C.I.L. Dalhousie	Brine saturator solids containing about 10 to 30 mg Hg per kg solids are sent to a temporary site for further dewatering (the brine solution is treated to remove Hg and sewered). Every 2 or 3 years the sludge is trucked to peat-moss lined pits on Company property. One pit is lined with 10 mil. polyethylene.	Brine treatment solids containing 10 to 30 mg Hg per kg solids are treated in the same way as for brine saturator solids.	The HgS sludge from the treatment of mercury-contaminated wastewaters is stored in a lined pond. Periodically this sludge was retorted for mercury recovery, but difficulties have developed when retorting this material so that at present it is stored in an aboveground tank as well as in the lined pond. In 1984 about 58 tonnes of this sludge containing about 1800 kg mercury was sent to Stablex for safe disposal.	The caustic filter sludge is temporarily stored and periodically retorted for mercury recovery. All retort residues are buried in the lined disposal pits with the brine solids.	The residue left from the treatment of Hg butter, cell and cellroom muds plus depleted activated carbon and other miscellaneous solids high in mercury are temporarily stored and then retorted for mercury recovery.
Total mercury impounded with solids: 11 kg for 1984 (not including the amount sent to Stablex); 25.6 kg for 1985. Typical concentrations of mercury found in the monitoring wells around the burial site varied from 0.05 to 41 µg/L.					
Canso Chemicals	Brine saturator solids containing about 7 to 17 mg Hg per kg solids are sent to a temporary site for further dewatering (the brine solution is treated for Hg removal and sewered). Every 2 or 3 years the sludge is buried in polyethylene-lined pits on Company property.	Brine treatment solids containing 10 to 22 mg Hg per kg solids are treated in the same way as for brine saturator solids.	This HgS sludge from the treatment of mercury contaminated wastewaters is stored in lined ponds and lined tanks until satisfactory disposal techniques are developed.	The caustic filter sludge containing about 30 kg Hg per month is temporarily stored for mercury recovery.	The residue left from the treatment of Hg butter, cell and cellroom muds plus depleted activated carbon and other miscellaneous solids high in mercury are temporarily stored and along with the caustic filter sludge is sent once a year to plants in New Brunswick and Ontario for mercury recovery.
Total mercury impounded with solids: 46 kg for 1984; 37.4 kg for 1985. Typical concentrations of mercury found in the monitoring wells around the burial site varied from 0.1 to 39 µg/L.					

APPENDIX B

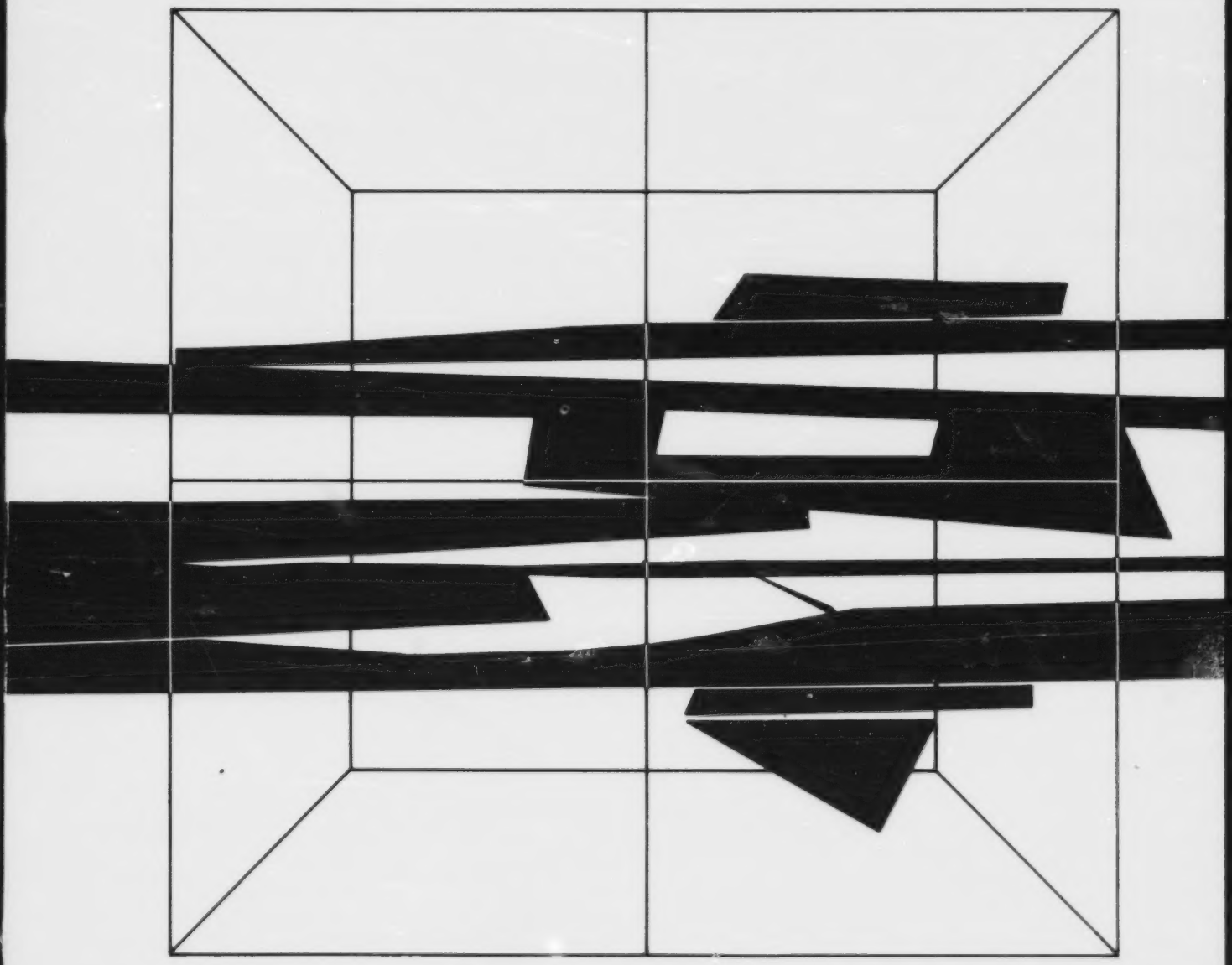
METHODS USED TO DISPOSE OF MERCURY-CONTAMINATED SLUDGES AND SOLIDS (CONT'D)

Company	Saturator Solids	Brine Treatment Solids	Wastewater Treatment Solids	Caustic Filter Solids	Miscellaneous Solids
Stanchem	Saturator solids containing about 20 to 80 mg Hg per kg solids are decanted, mixed with brine treatment solids, then treated with NaHS to convert remaining mercury in the solids to the sulphide form and buried in Hypalon-lined pits.	Brine treatment solids containing around 300 to 500 mg Hg per kg solids are leached with NaOCl which reduces the mercury content to around 40 to 50 mg Hg per kg solids. The filtered solids are mixed with decanted saturator solids then treated with NaHS and buried in lined pits.	The HgS produced from the treatment of mercury contaminated wastewaters are filtered and shipped to an approved secure landfill in the U.S.A.	The caustic filter solids are back-washed to the waste-water treatment system.	The residue left from the treatment of Hg butter, cell and cellroom muds, depleted activated carbon plus other miscellaneous solids high in mercury are shipped to an approved secure landfill in the U.S.A.

Total mercury impounded with solids were: 45.5 kg for 1984; 58.9 kg for 1985. Typical concentrations of mercury found in the monitoring wells around the burial site varied from < 0.02 for 27 wells to 21.3 µg/L for one well.

Rapport sur l'observation des règlements sur les rejets de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique en 1984-1985

Rapport SPE 1/CI/1
Avril 1987

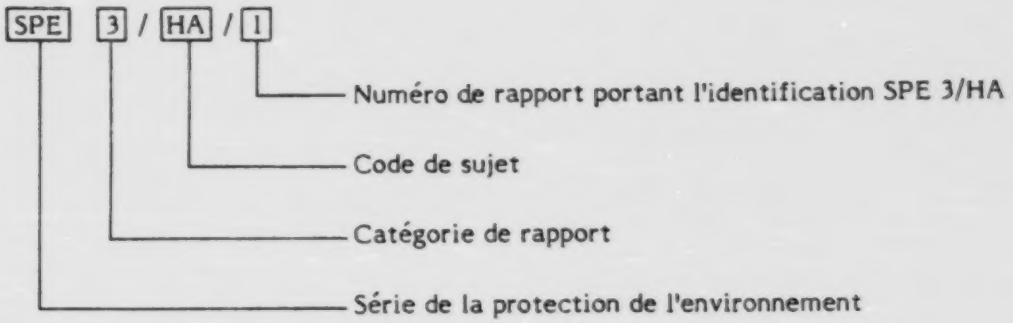


Environnement Canada
Environment Canada

Canada

SÉRIE DE RAPPORTS DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotage:



Catégories

1	Règlements/Lignes directrices/ Codes de procédure
2	Consultation publique: évaluation des problèmes, options de contrôle
3	Recherche et développement technologique
4	Revues de la documentation
5	Relevés
6	Évaluations des impacts sur l'environnement
7	Surveillance
8	Propositions, analyses et énoncés de principes généraux
9	Guides

Sujets

AG	Agriculture
AP	Polluants atmosphériques
AT	Toxicité aquatique
CC	Produits chimiques commerciaux
CE	Consommateurs et l'environnement
CI	Industries chimiques
FA	Activités fédérales
FP	Traitement des aliments
HA	Déchets dangereux
IC	Chimie inorganique
MA	Pollution marine
MM	Exploitation minière et traitement des minéraux
NR	Régions du Nord et rurales
PF	Papier et fibres
PG	Production de l'électricité
PN	Pétrole et gaz naturel
SF	Traitement de surface
SP	Déversements de pétrole et de produits chimiques
SRM	Méthode de référence normalisée
TS	Systèmes de transport
UP	Pollution urbaine

Sujets et codes additionels sont introduits au besoin. Une liste de rapports du SPE peut être obtenue en s'adressant aux Publications de la protection de l'environnement, Conservation et Protection, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0E7.

imprimé au Canada

RAPPORT SUR L'OBSERVATION DES RÈGLEMENTS SUR LES REJETS DE MERCURE PAR LES FABRIQUES DE CHLORE ET DE SOUDE CAUSTIQUE EN 1984-1985

I. McBeath
Division des industries chimiques
Direction des programmes industriels
Conservation et Protection
Environnement Canada

Rapport SPE 1/CI/1
avril 1987

COMMENTAIRES

Les lecteurs désireux de faire des commentaires sur la présente publication sont priés de les adresser à:

M. Ian McBeath
Direction des programmes industriels
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0E7

Édition française préparée par le
Module d'édition française

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1987
N° de cat. En 49-19/1-1
ISBN 0-662-55069-2
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

RÉSUMÉ

On examine dans ce rapport l'effet des mesures prises par l'industrie et les organismes gouvernementaux pour limiter les pertes de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique utilisant des électrolyseurs au mercure et installées au Canada. Il est question des pertes dans les effluents liquides (rejets), les produits, les boues et autres déchets solides ainsi que des pertes dans l'atmosphère (émissions).

En 1984 et 1985, les pertes de mercure dans les effluents liquides représentaient en moyenne 131 kg par an, soit une augmentation annuelle de plus de 30 kg par rapport aux deux années précédentes. Cette augmentation substantielle est due à des modifications apportées aux modes de relevés. Auparavant, l'usine de la Stanchem ne signalait que les rejets de mercure dans les eaux résiduaires industrielles; les chiffres de 1984-1985 englobent les rejets de mercure dans l'égout séparatif et les deux égouts pluviaux ainsi que dans l'effluent du procédé de fabrication. Cette usine a dépensé 4,8 millions de dollars pour améliorer son système de traitement des eaux usées en 1986; nul doute que la situation s'améliorera dans les années à venir.

Les émissions de mercure provenant des salles d'électrolyse, de la ventilation des collecteurs, du courant d'hydrogène gazeux, des tours de distillation et d'autres sources, sont estimées à quelque 900 kg par an, ce qui représente une réduction de plus de 96 p. 100 depuis 1970. Cette importante réduction résulte principalement de la conversion à des procédés n'employant pas le mercure, ou à la fermeture de dix usines et à l'installation de matériel antipollution dans les cinq usines encore en exploitation. Les émissions de mercure dans le courant d'hydrogène gazeux et dans l'air refoulé par les ventilateurs des collecteurs, sont en général très faibles mais dans trois fabriques, les émissions provenant de la zone des électrolyseurs demeurent élevées et des programmes d'épuration et d'entretien plus poussés s'imposent.

On a réduit la teneur en mercure dans les produits et les déchets solides en améliorant les méthodes de récupération.

La très forte baisse des teneurs en mercure trouvées chez le poisson pêché à proximité d'exutoires de fabriques en exploitation et dans des zones où des fabriques ont été soit fermées ou reconverties, reflète la réduction significative des pertes de mercure dans les effluents. Les teneurs en mercure chez le poisson pêché dans le lac St-Louis au Québec constitue une exception majeure. On ne constate en effet aucune baisse importante des teneurs chez le poisson pêché à cet endroit. On oppose à cela deux raisons principales: la Stanchem rejette toujours dans ce lac des eaux usées à teneur assez élevée en mercure et le taux de sédimentation est en plus très faible.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie les fonctionnaires des ministères provinciaux de l'environnement et le personnel régional d'Environnement Canada qui ont revu ce rapport et y ont apporté des corrections et commentaires.

Les remerciements s'adressent en particulier à Wayne Bissett, chef de la Division des industries chimiques, qui a fourni avis et conseils, et suggéré des modifications utiles à ce rapport. Merci également à Vicky Jones, qui s'est chargée de la mise en forme du rapport, au personnel de traitement de texte et aux graphistes de la division du dessin industriel.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ		III
REMERCIEMENTS		IV
LISTE DES FIGURES		VI
LISTE DES TABLEAUX		VI
CONCLUSIONS		VII
1	INTRODUCTION	1
2	DISCUSSION	6
2.1	Généralités	6
2.1.1	Pertes de mercure dans les eaux usées	7
2.1.2	Émissions de mercure dans l'atmosphère	13
2.1.3	Pertes de mercure dans les déchets solides	21
2.1.4	Mercure dans les produits	22
2.2	Surveillance par les services gouvernementaux des rejets de mercure	23
2.3	Achats et consommation de mercure	23
2.4	Effets sur l'environnement	24
BIBLIOGRAPHIE		35
ANNEXE A	RÉSUMÉ DES REJETS DE MERCURE DANS LES EFFLUENTS LIQUIDES PAR LES FABRIQUES DE CHLORE ET DE SOUDE CAUSTIQUE DU 1er JANVIER 1980 AU 31 DÉCEMBRE 1985	37
ANNEXE B	MÉTHODES UTILISÉES POUR ÉLIMINER LES BOUES ET AUTRES MATIÈRES SOLIDES POLLUÉES PAR LE MERCURE	41

LISTE DES FIGURES

1	Consommation de mercure au Canada (1959 à 1985)	5
2	Mercure rejeté dans les effluents liquides (1970 à 1985)	8
3	Mercure rejeté dans les effluents liquides, par tonne de chlore produite (1970 à 1985)	13
4	Consommation de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique au Canada (1969 à 1985)	25
5	Teneur en mercure chez des dorés jaunes du lac St-Clair	29
6	Teneur en mercure chez des grands brochets, bars blancs et perchaudes du lac St-Clair	30
7	Teneur en mercure mesurée chez des grands brochets capturés dans la rivière South Saskatchewan	31
8	Teneur en mercure chez des dorés jaunes du lac St-François	32
9	Teneur en mercure dans la chair de crabes de Howe Sound	33
10	Teneur en mercure chez des poissons du lac St-Louis (extrémité sud)	34

LISTE DES TABLEAUX

1	Cause des infractions en 1984 et 1985 et correctifs apportés	11
2	Résumé des données sur l'observation du règlement sur les normes nationales de dégagement de mercure par les fabriques de chlore, en 1984-1985	16
3	Mercure contenu dans des produits des fabriques de chlore et de soude caustique	22

CONCLUSIONS

1. Au Canada, la consommation de mercure a augmenté de plus de 40 p. 100 depuis la période 1977-1979. Une partie de cette augmentation provient d'une plus forte consommation de mercure par l'industrie du chlore et de la soude caustique; d'autres secteurs industriels (fabriques de batteries et autre matériel électrique, entre autres) en sont aussi responsables.

2. La quantité totale de mercure rejetée dans les effluents liquides par l'industrie du chlore et de la soude caustique a augmenté d'environ 30 kg par an depuis la publication du dernier rapport sur l'observation des règlements sur les rejets de mercure (1982-1983). Une fabrique en particulier est responsable de cette hausse mais elle a depuis agrandi et amélioré ses installations d'épuration des eaux.

3. Au cours des deux années considérées, une fabrique a plusieurs fois contrevenu à la norme applicable à la teneur maximale admissible en mercure dans les effluents liquides. La Stanchem, subdivision de PPG Industries Ltd., a toutefois conclu une entente avec les gouvernements provincial et fédéral pour l'installation d'un nouveau système d'épuration des eaux usées à sa fabrique. Les travaux ont été parachevés en mai 1986. Une autre fabrique a, en 1984, rejeté à quatre reprises des effluents dont la teneur en mercure dépassait le maximum admissible; cette fabrique a cependant respecté les normes en 1985. Ladite fabrique a été inculpée de trois infractions au *Règlement sur les rejets de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique*. La compagnie a plaidé coupable à l'une des infractions et a dû payer une amende de 5000 $. La Couronne a laissé tomber les deux autres chefs d'accusation.

4. Les données montrent que dans une fabrique, les émissions de mercure dépassaient dans 50 p. 100 des essais de conformité la quantité maximale admissible de 5 g par tonne par jour précisée dans le *Règlement sur les normes nationales de dégagement de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique*. Les dépassements étaient surtout enregistrés par temps chaud en été, ce qui indique que l'entretien ménager doit être amélioré. Dans une autre fabrique, les émissions de mercure dans la salle d'électrolyse dépassaient la limite établie par les normes lors d'un des essais trimestriels de conformité. Un détecteur de vapeurs de mercure a permis de localiser les fuites et des corrections ont été apportées pour que les normes soient respectées.

5. Lors d'un des essais trimestriels de conformité au moins, on a constaté que trois fabriques éprouvaient des difficultés à respecter les normes sur les émissions de mercure dans le courant d'hydrogène évacué et dans les gaz en provenance du collecteur. On a cherché les raisons et pris des mesures pour corriger la situation.

6. Il a été démontré que la réglementation des usages, rejets et émissions de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique a eu une incidence sur la teneur en mercure chez divers organismes aquatiques, dans de nombreuses régions du Canada. Dans la plupart des cas, on a noté une très forte diminution des teneurs en mercure chez des poissons capturés à proximité des exutoires des fabriques en exploitation ou maintenant fermées. Cette constatation ne vaut pas pour le poisson pêché dans le lac St-Louis. Les effluents de la fabrique de chlore installée dans la région contiennent toujours des teneurs relativement élevées en mercure, à quoi s'ajoute le très faible taux de sédimentation qui caractérise ce lac. Ceci explique qu'on n'ait pas enregistré de baisse significative des teneurs chez le poisson pêché à cet endroit.

1 INTRODUCTION

En 1969-1970, les Canadiens apprenaient qu'un nouveau problème de pollution les menaçait. Des rapports signalaient qu'en divers endroits du Canada, les poissons d'eau douce contenaient des teneurs élevées en mercure. On avait décelé cet élément en teneurs anormalement élevées dans certains lacs et cours d'eau, et les teneurs retrouvées dans la chair des poissons étaient particulièrement inquiétantes.

Les organismes gouvernementaux et la collectivité scientifique ont immédiatement coordonné leurs efforts pour déterminer l'état de nos connaissances sur la présence de mercure dans l'environnement. Pour cela, il fallait que l'on comprenne mieux les conséquences écologiques qui résultent de la pollution de la biosphère par le mercure, que l'on améliore les méthodes d'analyse, et que l'industrie mette au point des techniques pour prévenir les rejets et les émissions de mercure. La Suède et le Japon qui avaient connu des problèmes semblables quelques années plus tôt, ont particulièrement contribué à la mise au point de nouvelles techniques de récupération du mercure.

Les industries utilisant des procédés faisant appel au mercure furent identifiées. À la suite de discussions avec le personnel des fabriques de chlore et de soude caustique, et de relevés et analyses effectués aux alentours des exutoires des fabriques, il est apparu que de nombreux secteurs étaient fortement pollués par le mercure.

Les autres sources d'émissions importantes sont liées à l'usage des peintures, la combustion du pétrole, l'incinération des déchets, la récupération du zinc, du cuivre et du plomb, pour n'en citer que quelques unes. Il s'agit cependant de sources d'émissions fugitives alors que les fabriques de chlore constituent des sources ponctuelles. C'est donc cette industrie qui fut au centre des mesures de réglementation.

La première étape fut d'identifier en quels points du procédé se produisaient les pertes de mercure dans une fabrique type utilisant des électrolyseurs au mercure, et quel en était le cheminement. On a ainsi constaté que le mercure se retrouvait principalement dans:

- Les boues d'épuration et de filtration des saumures, les boues des électrolyseurs, les boues du système de traitement des eaux usées et les boues d'épuration de la soude caustique.
- Les émissions en provenance de la ventilation de la salle d'électrolyse, de la mise à l'atmosphère de l'hydrogène gazeux, de la ventilation des collecteurs, des tours de distillation et des évents des réservoirs.

- Les eaux usées, par exemple eau ayant débordé des cuves, eau provenant de la purge des appareils, eau de nettoyage, condensats de chlore, condensats d'hydrogène, et eaux de ruissellement.
- Les produits, c'est-à-dire la soude caustique, l'hydrogène, l'hypochlorite, le chlore et l'acide chlorhydrique.

En général, chaque fabrique a pris les mesures suivantes pour réduire les émissions de mercure dans l'environnement:

- Les usines qui rejetaient dans les égouts des matières solides provenant de la purification des saumures procèdent maintenant de diverses façons:
  a) certaines entreposent les matières solides dans des bassins;
  b) d'autres filtrent les effluents de la purification des saumures et évacuent les solides dans des décharges contrôlées, ou encore, extraient le mercure des solides par lixiviation et évacuent les solides traités dans des décharges contrôlées;
  c) certaines évacuent les déchets solides pollués dans un puits profond anciennement utilisé pour l'extraction du sel.
- Les eaux résiduaires polluées sont maintenant séparées des eaux résiduaires relativement propres, telles que l'eau de refroidissement, l'eau purgée des chaudières et les eaux de ruissellement recueillies à l'extérieur de la fabrique.
- On recycle la plus grande quantité possible d'eaux résiduaires polluées.
- Les eaux résiduaires qui ne peuvent être recyclées sont traitées au bisulfure de sodium, subissent la floculation puis sont filtrées, de façon à abaisser les teneurs en mercure au-dessous de 0,1 mg/l.
- La soude caustique est filtrée pour en extraire le mercure.
- On utilise de l'hydrogène purifié pour produire l'acide chlorhydrique afin de réduire au maximum sa teneur en mercure.
- L'hydrogène et les gaz évacués des électrolyseurs sont réfrigérés à 3 °C pour condenser les vapeurs de mercure, puis on les fait passer à travers des lits de charbon actif ou des dévésiculeurs (collecteurs de gouttelettes) pour en extraire le mercure.
- Les précipités, les absorbants épuisés, les adjuvants de filtrage, etc., des systèmes de traitement des produits caustiques, liquides et gazeux, sont recueillis et lixiviés ou distillés dans des tours pour en récupérer le mercure; les résidus de distillation sont évacués dans une décharge contrôlée.

- Les procédés de nettoyage et d'entretien de la salle d'électrolyse ont été revus afin de réduire les émissions importantes de mercure dans l'atmosphère par le système de ventilation de cette salle.
- Les gaz des tours de distillation passent dans des condensateurs réfrigérés à l'eau avant d'être évacués à l'atmosphère.

Ces mesures antipollution qui ont nécessité des investissements de 40 000 $ à 1 000 000 $ suivant la taille, l'âge et l'emplacement de la fabrique et les problèmes particuliers qui s'y posaient, ont permis de réduire considérablement les quantités de mercure rejetées dans l'environnement. Lorsqu'en mars 1972, en vertu de la *Loi fédérale sur les pêcheries*, le *Règlement sur les rejets de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique* fut promulgué, les mesures prises par l'industrie permettaient déjà à la majorité des fabriques de respecter les normes établies, la plupart du temps. Le *Règlement* en question limitait la quantité journalière de mercure dans les effluents liquides à 2,5 g par tonne de chlore produite. Ce *Règlement* fut révisé en août 1977 de façon à définir plus clairement les conditions régissant les mesures de contrôle dans les fabriques. Les principales modifications apportées étaient que:

- Toutes les 24 heures, des échantillons composés devaient être recueillis en quantité proportionnelle au débit de la totalité des effluents rejetés par la fabrique.
- Toutes les eaux en provenance de la fabrique, y compris les eaux de ruissellement des terrains annexes, étaient définies comme des effluents liquides.
- La quantité de mercure pouvant être rejeté dans les effluents liquides évacués dans des eaux fréquentées par des poissons, était limitée à 2,5 g par tonne de la production repère de la fabrique (habituellement la moyenne arithmétique de la production quotidienne réelle de chlore durant les trois mois précédents, à l'exclusion des jours de production nulle).

On connaît encore mal le devenir du mercure dégagé dans l'atmosphère. Les études indiquent clairement que la majeure partie du mercure contenu dans les émissions des fabriques de chlore et de soude caustique (probablement à l'état de mercure élémentaire, sous forme de vapeurs ou d'aérosols) retombent à quelques kilomètres seulement du point d'émission. Il est possible aussi qu'une partie du mercure soit transporté à grande distance avant qu'il ne se dépose sur le sol et dans l'eau. Le ruissellement superficiel contribue aussi au transfert du mercure du sol à l'eau. En outre, le problème du transport du mercure à grande distance est aggravé par le phénomène des pluies acides dans certaines régions d'Amérique du Nord. Il était donc essentiel que l'on promulgue des règlements visant à limiter les émissions de mercure dans l'atmosphère.

Le 1er juillet 1978, a été promulgué le *Règlement sur les normes nationales de dégagement de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique*, qui impose des limites sur les émissions de mercure dans l'atmosphère. Ce *Règlement* impose les teneurs maximales suivantes:

a) 5 grammes de mercure par jour par 1000 kg de la production nominale, dans les gaz évacués par l'aération des salles d'électrolyse;
b) 0,1 gramme de mercure par jour par 1000 kg de la production nominale, dans le courant d'hydrogène gazeux en provenance des décomposeurs;
c) un total de 0,1 gramme de mercure par jour par 1000 kg de la production nominale, dans les gaz évacués par l'aération des collecteurs et des réservoirs; et
d) 0,1 gramme de mercure par jour par 1000 kg de la production nominale, dans les gaz évacués des récupérateurs (tours de distillation).

La quantité totale de mercure dégagée dans l'air ambiant par une usine dans les conditions décrites ci-dessus ne doit jamais dépasser 1,68 kg par jour.

En plus des mesures prises pour respecter les normes applicables aux eaux usées et aux émissions atmosphériques, les matières solides contenues dans les eaux résiduaires de la purification des saumures sont filtrées et enfouies dans des décharges contrôlées. Les solides riches en mercure, comme ceux provenant de la filtration de la soude caustique et du traitement des eaux usées, sont maintenant soit distillés ou lixiviés, ou stockés pour la récupération ultérieure du mercure.

Les importations de mercure métallique au Canada n'ont cessé d'augmenter au début des années 1960 et ont atteint un sommet en 1965 (plus de 450 000 kg). La majeure partie de ce mercure a servi à constituer les stocks des nouvelles fabriques de chlore et de soude caustique et des fabriques qui avaient été agrandies. Comme l'indique la figure 1, la consommation de mercure a baissé de façon marquée entre 1970 et 1979. Depuis, les chiffres sont à la hausse, ce qui inquiète car une partie de ce mercure se retrouvera immanquablement dans l'environnement. Les plus fortes hausses sont enregistrées dans les secteurs de la fabrication des batteries et autre matériel électrique et celui de la fabrication du chlore et de la soude caustique, ainsi que l'indique ce rapport. Les batteries et piles sèches usagées, les tubes fluorescents inutilisables, etc. aboutissent normalement dans les dépotoirs municipaux. En ce qui concerne les émissions de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique, une surveillance étroite et continue sera maintenue et s'il y a lieu, des mesures seront prises pour protéger l'environnement des émissions en provenance de ce secteur.

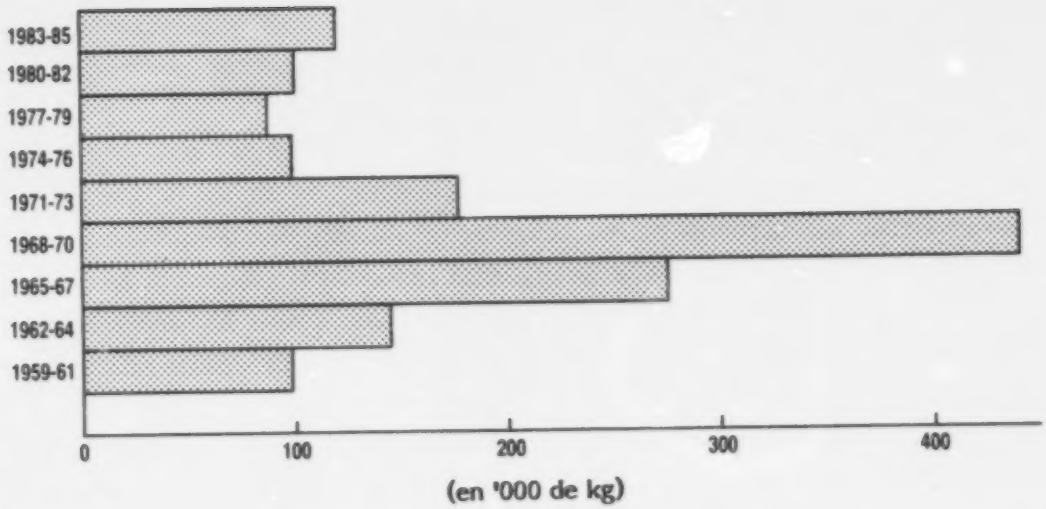


FIGURE 1 CONSOMMATION DE MERCURE AU CANADA DE 1959 À 1985

2 DISCUSSION

2.1 Généralités

Bien que toutes les usines de chlore et de soude caustique employant des électrolyseurs au mercure aient modifié leurs procédés industriels de façon à tirer profit des meilleures techniques de réduction des pertes de mercure dans l'environnement, certaines compagnies ont conclu en 1972 qu'elles n'avaient plus intérêt à continuer à exploiter ce type d'usine, et ont opté pour un procédé n'utilisant pas la cathode de mercure. Il est difficile de dire si cette décision a été prise pour des raisons économiques ou par crainte des responsabilités à long terme quant aux dommages écologiques, ou éventuellement d'autres raisons. Quoiqu'il en soit, plusieurs compagnies modifièrent alors leur mode d'exploitation.

En 1972, la Dow Chemical du Canada Ltée a converti ses deux fabriques de Sarnia au procédé employant des cellules à diaphragme, et en 1973, elle mettait progressivement fin aux activités de ses fabriques de Thunder Bay qui pourtant respectaient les exigences des gouvernements provincial et fédéral. Par ailleurs, la Reed Ltd. à Dryden et la Prince Albert Pulp and Paper Ltd., qui toutes deux se conformaient au *Règlement sur les rejets de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique*, ont préféré convertir leur fabrique au procédé avec diaphragme plutôt que de modifier leurs installations pour se conformer au *Règlement sur les normes nationales de dégagement de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique*, qui vise à réduire les émissions de mercure dans l'atmosphère. L'une et l'autre jugeaient que leur production ne justifiait pas les dépenses. La conversion au procédé à diaphragme s'est faite en 1975 et 1978, respectivement. La Canadian Industries Limited a fermé ses deux fabriques équipées d'électrolyseurs au mercure et concentré toute sa production dans sa nouvelle fabrique employant des cellules à diaphragme. La compagnie Alcan Ltée et l'American Can of Canada Ltd. ont fermé leur fabrique et la Domtar Inc. a décidé de fermer la sienne pour une période indéterminée. Toutes trois s'adressent maintenant à des fournisseurs extérieurs pour le chlore et la soude caustique. Les rapports antérieurs (1, 2) indiquent les dates de fermeture ou de conversion des fabriques.

À la suite de ces fermetures et conversions, la production annuelle de chlore par le procédé employant des électrolyseurs au mercure a chuté d'environ 520 000 tonnes à 190 000 tonnes approximativement, entre 1970 et 1985, ce qui représente une réduction de plus de 60 p. 100.

La toxicité du mercure et de ses composés et la facilité relative avec laquelle ces produits peuvent s'introduire dans la chaîne alimentaire lorsqu'ils sont déversés sans précaution dans l'environnement, ont influencé la façon de procéder à la fermeture ou la conversion des fabriques.

Dans tous les cas, les organismes gouvernementaux ont surveillé de près la fermeture et les procédés de démantèlement, de décontamination et de remise en état des lieux. Les procédés employés ont légèrement varié d'une fabrique à l'autre, suivant le degré de pollution par le mercure du terrain annexe, la configuration des lieux, le type de sol aux alentours de la fabrique, la disponibilité de puits d'extraction de sel, et la décision de l'usine de suspendre ses opérations ou de passer à un procédé n'employant pas de mercure.

En général, le mercure a été retiré avec précaution des cellules et vendu à des marchands reconnus. Tout le matériel a été ensuite décontaminé et enfoui, avec les boues polluées par le mercure, dans des fosses creusées dans un sol argileux lourd et doublées avec de la tourbe ou une pellicule de polyéthylène. Ces fosses ont été recouvertes d'une dalle de ciment ou d'une épaisse couverture d'argile. Dans le cas de l'ancienne fabrique de Shawinigan, on a aussi démoli les bâtiments et retiré 143 000 m^3 de sol pollué des fondations de la salle d'électrolyse, de la zone de préparation des saumures et du bassin de stockage des boues; tous les matériaux pollués ont été enfouis dans des fosses creusées dans l'argile. Dans les fabriques reconverties, les bâtisses réaffectées ont été décontaminées avant leur transformation en entrepôts, magasins, etc.

On a surveillé ces usines pendant un certain nombre d'années après leur fermeture ou leur conversion. Chez la plupart d'entre elles, les pertes sont inférieures à 5 grammes de mercure par jour (3).

2.1.1 Pertes de mercure dans les eaux usées. - Les pertes de mercure dans les effluents liquides et le nombre de fabriques de chlore utilisant des électrolyseurs au mercure, ont diminué au cours des quinze dernières années. Les pertes de mercure dans les effluents liquides rejetés par les fabriques ont chuté de 67 000 kg en 1969-1970 à environ 500 kg en 1973. Depuis 1973, la baisse est moins accélérée et les pertes annuelles s'élèvent à environ 130 kg, soit une réduction supérieure à 99,8 p. 100. (Voir figure 2.)

Comme on l'indiquait dans le précédent rapport, la Stanchem, qui est une subdivision de PPG Industries Canada Ltd., a rejeté respectivement 47,2 kg et 46,5 kg de mercure dans les effluents liquides en 1982 et 1983 (4). Ces quantités correspondent presque à la totalité des rejets de mercure dans les effluents liquides par les quatre autres

fabriques en exploitation. On avait prévu que les valeurs de 1984-1985 seraient beaucoup plus basses; il en a été tout autrement. Les rejets de mercure par la Stanchem ont respectivement atteint 81,9 kg et 74,4 kg en 1984 et 1985. Ces chiffres sont supérieurs au total combiné des quatre autres usines.

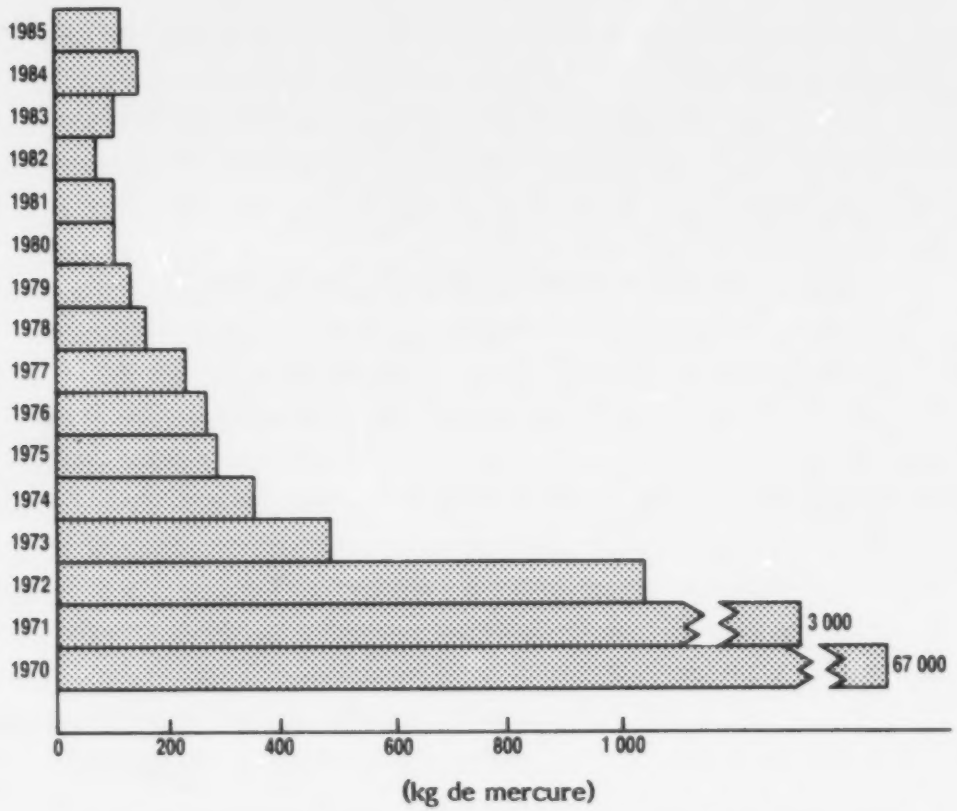


FIGURE 2 MERCURE REJETÉ DANS LES EFFLUENTS LIQUIDES (1970 À 1985)

À la suite de négociations intensives entre la compagnie Stanchem et les gouvernements provincial et fédéral, cette compagnie s'est engagée en 1984 à modifier son système d'épuration des eaux usées. Le coût de ces modifications s'élève à environ 4,8 millions de dollars. Les principales modifications apportées consistaient à:

- Porter la capacité du système d'épuration existant à 475 litres (210 litres auparavant) par minute, et si nécessaire pousser le débit jusqu'à 660 litres par minute.
- Relier les tranchées déjà construites à proximité de la salle d'électrolyse au système d'épuration des eaux.

- Recueillir et traiter un plus grand volume d'eaux pluviales.
- Traiter davantage d'eaux pluviales accumulées dans les tranchées de captage.
- Modifier le pH du système de traitement pour qu'il soit légèrement acide, afin d'obtenir un meilleur rendement.
- Éliminer les lits de charbon actif, et utiliser du bisulfure de sodium pour éliminer le chlore résiduel sans que soit bloquée la précipitation du mercure. La quantité de résidus solides toxiques est ainsi réduite.
- Ajouter deux réservoirs pour recueillir les eaux résiduaires industrielles, et un autre réservoir pour retenir les eaux de ruissellement.
- Prévoir quatre réservoirs installés en série pour traiter les eaux résiduaires. Dans le premier réservoir, on élimine le chlore résiduaire qui bloque la précipitation du mercure. Le pH est ajusté dans le deuxième réservoir; et il y a ajustement final du pH entre 5 et 6 dans le troisième; le mercure est éliminé dans le quatrième réservoir par ajout de bisulfure de sodium.
- Le mercure précipité est enlevé au moyen de filtres à cadres horizontaux, suivi de cartouches filtrantes pour que soient éliminées les dernières traces de mercure.

Comme on l'a noté au tableau 1, la plupart des infractions survenues à l'usine de la Stanchem étaient dues à une mauvaise opération et à la surcharge (capacité insuffisante) du système d'épuration. Le système modifié fonctionnait partiellement vers la fin de 1985. Les modifications ont été complétées en mai 1986, et depuis juin 1986, cette compagnie respecte toutes les normes fixées dans le *Règlement*.

Le 13 septembre 1984, la compagnie FMC of Canada Ltd., qui produit du chlore et de la soude caustique, a accidentellement déversé 9 kg de mercure dans la tranchée recevant les effluents. Pendant deux jours, la teneur en mercure des effluents dépassait la teneur maximale admissible. La compagnie a été inculpée de trois infractions au *Règlement sur les rejets de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique*. La FMC a plaidé coupable à une infraction et la Couronne a accepté de ne pas donner suite aux deux autres accusations. La compagnie a dû payer une amende de 5000 $.

Le meilleur critère pour juger de la performance d'une fabrique est le nombre de grammes de mercure rejetés par tonne de chlore produite. Il correspond aux exigences du gouvernement fédéral sur la qualité des effluents de ces fabriques, et permet des comparaisons plus révélatrices. Comme l'indique la figure 3, les rejets de mercure dans les effluents liquides sont passés d'environ 130 g par tonne de chlore produite avant 1970, à 0,65 gramme par tonne de chlore produite, en 1985, ce qui se situe bien au-dessous de la limite maximale admissible de 2,50 g par tonne de chlore fixée dans le *Règlement*.

TABLEAU I CAUSE DES INFRACTIONS EN 1984-1985 ET CORRECTIFS APPORTÉS

Fabrique	Année	Durée des infractions, en jours	Quantités de mercure rejetées, dépassant la limite admissible	Cause	Correctifs
FMC	1984	2	0,35 kg	Une cellule électrolytique est "entrée en ébullition", d'où une teneur élevée en mercure dans le chlore gazeux. Le mercure est resté dans le condensat qui aboutit à l'égout.	
		2	8,48 kg	La solution contenant le lixiviat de chlorure mercurique est normalement recyclée dans les électrolyseurs. Dans ce cas, il semble que la pompe à filtrat n'a pas fonctionné; le lixiviat se serait infiltré dans l'égout via la conduite du joint hydraulique de la pompe à vide.	On a modifié le trajet de la conduite en question, de façon à ce que tout débordement soit acheminé dans le système de traitement du mercure.
Total	1984	4	8,83 kg		
	1985	0	0		
Stanchem	1984	1	0,066 kg	Une panne de courant s'est produite alors que le système de filtration des effluents fonctionnait. Le réservoir de traitement a débordé, même après le retour du courant, la pompe ayant cessé de fonctionner. L'effluent a pénétré dans l'égout séparatif.	La pompe a été réparée. Un filtre seulement fonctionne à la fois; on réduit ainsi les risques de débordement en cas de panne du système.
		2	0,294 kg	Du mercure provenant de déversements antérieurs, piégé sous le pavage routier adjacent et des remblais de pierres, s'est infiltré dans l'égout séparatif lors du dégel printanier.*	On a entrepris une étude hydrogéologique détaillée. Les mesures correctives immédiates et applicables à court terme ont été prises.
		2	0,124 kg	Une pompe d'amenée des eaux pluviales ne fonctionnait pas correctement, ce qui a contribué à aggraver le problème d'infiltrations.	
		9	2,87	Comme ci-dessus.*	
		2	0,247	Du limon pollué a été chassé dans les égouts et les bassins d'amortissement, à la suite de pluies torentielles.	

TABLEAU I (suite)

Fabrique	Année	Durée des infractions, en jours	Quantités de mercure rejetées, dépassant la limite admissible	Cause	Correctifs
Stanchem (suite)	1984	1	0,053	Une conduite d'eau souterraine à haute pression s'est rompue, provoquant une infiltration d'eau polluée dans l'égout pluvial.	On a réparé la conduite endommagée et on répare actuellement les conduites d'égout qui fuient. Des systèmes de collecte et de dépollution des eaux souterraines sont installés.
		1	0,057	Le lit de charbon actif du système de traitement des effluents a soudainement cessé de fonctionner alors que l'on réparait l'analyseur, de sorte que l'on n'a pu déceler les taux élevés de Hg.	On a remplacé le lit de charbon actif, et remis en état le système.
		3	1,366	Une pluie abondante a causé des infiltrations dans les égouts pluviaux.	Tranchée du séparateur d'égout en cours de construction.
		1	0,088	On n'a pas suivi la méthode normale de nettoyage périodique des canalisations d'égout, donc commis une infraction.	On a revu avec les employés les détails du procédé de nettoyage.
		1	0,049	Durant tout arrêt de fonctionnement, il est très difficile de contenir toute l'eau polluée provenant de la salle d'électrolyse; le réservoir de stockage a débordé, et le trop-plein s'est déversé dans l'égout.	On a entrepris de revoir la conception du système de traitement des effluents, et d'agrandir celui-ci.
		2	0,061	Le réservoir de retenue du système de traitement des effluents a débordé et le trop-plein s'est déversé dans les égouts.	
		2	0,091	Une défaillance du lit de polissage à charbon actif a provoqué une surcharge du lit secondaire, et il y a eu fuite de mercure.	On a rechargé les deux lits de charbon actif.
		2	0,040	Un déversement d'effluent pollué s'est infiltré dans l'égout séparatif.	
Total	1984	29	5,406		

TABLEAU 1 (suite)

Fabrique	Année	Durée des infractions, en jours	Quantités de mercure rejetées, dépassant la limite admissible	Cause	Correctifs
Stanchem	1985	1	0,537	Aucune explication.	
		3	2,88	Un débordement de NaOCl dans le système de traitement a réduit l'efficacité du traitement.	On a changé les lits de charbon actif et revu les modes d'exploitation.
		1	0,057	Une perte de $NaClO_3$ dans les égouts a eu pour conséquence la lixiviation du mercure à partir des conduites d'égout.	On a modifié les modes d'exploitation.
		1	0,115	À la suite d'une fuite d'acide dans les égouts, il y a eu lixiviation du mercure résiduel à partir des conduites d'égout.	On a réparé les pompes.
		7	0,733	Un réservoir contenant des effluents pollués a débordé, et le trop-plein s'est infiltré dans l'égout séparatif et l'égout pluvial.	
		2	0,041	Un réservoir contenant des effluents pollués a débordé et le trop-plein s'est déversé dans les égouts.	
		1	0,897	Suite au bris d'une unité du système de traitement, des produits pollués se sont infiltrés dans les égouts.	On a immédiatement réparé l'installation.
		1	0,028	Durant le rinçage des lits de charbon actif, on a mal dirigé les eaux résiduaires fortement polluées.	On a réexaminé le mode de nettoyage avec le personnel.
Total	1985	17	5,288 kg		
Autres fabriques					
C.I.L.	1984	0	0		
Cornwall	1985	0	0		
Canso	1984	0	0		
Chemicals	1985	0	0		
C.I.L.	1984	0	0		
Dalhousie	1985	0	0		

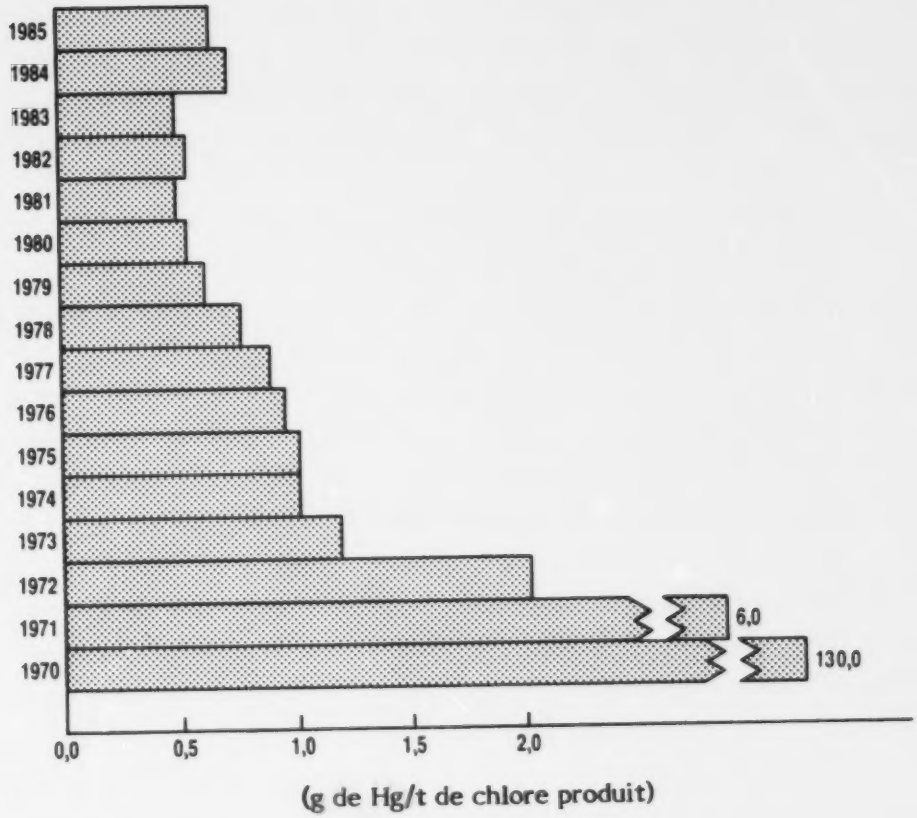


FIGURE 3 MERCURE REJETÉ DANS LES EFFLUENTS LIQUIDES, PAR TONNE DE CHLORE PRODUITE, DE 1970 À 1985

En raison des rejets excessifs de mercure par la Stanchem et de la pollution accidentelle à la FMC, les pertes de mercure dans les effluents liquides montrent une augmentation en 1984-1985. Les chiffres relatifs à chaque fabrique figurent à l'annexe A.

2.1.2 **Émissions de mercure dans l'atmosphère.** - Les principales sources d'émissions de mercure dans les fabriques utilisant des électrolyseurs au mercure, sont:

- le système de ventilation des salles d'électrolyse;
- l'hydrogène gazeux en provenance des décomposeurs;
- l'air refoulé par les ventilateurs des collecteurs;
- l'effluent gazeux des tours de distillation, le cas échéant; et
- les évents des réservoirs.

Pour satisfaire aux règlements nationaux sur les émissions dans l'atmosphère, on a dû installer dans les fabriques de nouveaux dispositifs antipollution afin de réduire les teneurs en mercure du courant d'hydrogène gazeux et de l'air refoulé par le système de ventilation des collecteurs. On a également renforcé l'étanchéité du matériel de la salle d'électrolyse. Au tableau 2, on décrit les mesures prises par les cinq fabriques en exploitation. En plus des nouveaux dispositifs antipollution, toutes ont remplacé les anodes en graphite par des anodes pratiquement inusables. Les cellules électrolytiques exigeront donc moins d'entretien, ce qui permettra de réduire les émissions de mercure à partir de la salle d'électrolyse.

Pour éviter que le personnel soit exposé à de fortes teneurs en mercure, la salle d'électrolyse doit être bien ventilée. La quantité de mercure dans l'air refoulé par le système de ventilation de la salle d'électrolyse est fonction de l'efficacité des méthodes d'entretien de cette salle, de la température régnant à l'intérieur du bâtiment ainsi que du volume d'air vicié.

Le mercure pénètre dans l'air de la salle d'électrolyse de diverses façons, notamment lors de déversements accidentels de mercure, d'opérations de remise en état des électrolyseurs et d'autres travaux d'entretien, lors de l'enlèvement et du traitement de la pâte de mercure qui se dépose dans les collecteurs, lors des pannes et courts-circuits des électrolyseurs, et d'autres circonstances inhabituelles, et lors de fuites des électrolyseurs, des collecteurs et des pompes à mercure. Le tableau 2 indique quelles sont les émissions de mercure en provenance de la salle d'électrolyse dans les cinq fabriques en exploitation.

Lors des essais de conformité effectués à la Canadian Industries Limited (C.I.L.) à Dalhousie, durant le troisième trimestre de 1985, les émissions de la salle d'électrolyse représentaient en moyenne 5,54 g de Hg par jour par tonne de la production nominale de chlore alors que la limite quotidienne admissible est de 5 g de Hg par tonne de chlore produite. Une analyse des teneurs ambiantes en mercure a révélé que les teneurs étaient élevées autour de deux électrolyseurs. Après avoir enlevé l'un d'eux pour des travaux d'entretien, les émissions de mercure sont tombées à moins de 5 g de Hg/jour par tonne de chlore produite, pendant le reste de l'année. Cet électrolyseur fut réinstallé avant les essais de conformité du quatrième trimestre.

À la Stanchem, les émissions de mercure provenant de la salle d'électrolyse se situaient au-dessus de la limite réglementaire de 5 g de Hg/jour par tonne de la production nominale de chlore, dans 50 p. 100 des essais de conformité, tant en 1984 qu'en 1985. On n'a pu expliquer ces valeurs élevées; on a toutefois noté lors du lavage du collecteur

d'échantillons avant l'un des essais de conformité, que l'eau de rinçage avait une teneur élevée en mercure. Ceci confirme les observations à l'effet que les valeurs données par les essais de conformité pourraient être basses lorsqu'il y a adsorption du mercure sur les parois du collecteur d'échantillons, mais élevées par contre lorsque le mercure adsorbé est désorbé des parois, ou lorsque des particules incrustées sur les parois de la tubulure du collecteur s'en détachent et pénètrent dans les conimètres à impact (impingers).

Le courant d'hydrogène qui sort du décomposeur à une température d'environ 80 °C et à la pression atmosphérique, est saturé en vapeurs de mercure, et une quantité inconnue de mercure est présente sous forme de fines gouttelettes. La plus grande partie de ce mercure est extraite par refroidissement à environ 45 °C dans un échangeur de chaleur indirect refroidi à l'eau, et le mercure extrait est recyclé vers le décomposeur. Le courant d'hydrogène contient alors 10 ppm (en volume) de vapeurs de mercure, et probablement de 3 à 9 fois la charge saturante en gouttelettes de mercure dont la taille est inférieure à 3 µm. Le traitement ultérieur diffère d'une fabrique à l'autre, comme le montre le tableau 2. Ce tableau indique également le rendement atteint dans les cinq fabriques (généralement plus de 99 p. 100 aux taux d'émission indiqués).

En 1985, le troisième essai trimestriel de conformité effectué sur le courant d'hydrogène gazeux à l'usine de la C.I.L. à Dalhousie, a montré que les émissions s'élevaient à 0,202 g de Hg/jour par tonne de chlore produite, c'est-à-dire à plus du double de la quantité réglementaire. Malgré plusieurs modifications apportées aux procédés et des travaux d'entretien plus poussés, les essais subséquents indiquaient que les émissions de cette source n'étaient pas descendues au niveau réglementaire. Les résultats des essais réalisés durant le quatrième trimestre ont donné 0,169 g de Hg/jour par tonne de chlore. À la fin de 1985, les émissions de mercure provenant du circuit d'hydrogène étaient toutefois conformes aux normes imposées.

Lors des contrôles effectués à la Stanchem au cours du deuxième trimestre de 1984, la teneur en Hg du courant d'hydrogène gazeux était de 0,353 g/jour par tonne de chlore produite, soit le triple au moins de la limite admissible. Les essais ultérieurs effectués en 1984 et 1985 ont montré que les émissions respectaient la norme.

Le mercure et les composés du mercure s'échappent des collecteurs et des décomposeurs par le système de ventilation. Le volume d'air consommé par la ventilation dépend du type et de la forme des collecteurs, des décomposeurs et des autres appareils, de l'âge de l'usine, et des procédés d'exploitation utilisés. Puisque, dans la plupart des cas, le volume d'air employé dans la ventilation des collecteurs est inférieur au débit d'hydrogène, le type de dispositifs de dépollution utilisés pour le courant d'hydrogène

TABLEAU 2 RÉSUMÉ DES DONNÉES SUR L'OBSERVATION DU RÈGLEMENT SUR LES NORMES NATIONALES DÉGAGEMENT DE MERCURE PAR LES FABRIQUES DE CHLORE, EN 1984-1985

C.I.L.: Cornwall, capacité nominale - 150 tonnes de chlore par jour

Source d'émission	Mesures de lutte et dispositifs antipollution	Émissions de mercure			Émissions admissibles	Remarques
		g/t/jour	kg/jour	kg/an		
Ventilation de la salle d'électrolyse	Bon entretien de la salle d'électrolyse. Bon entretien général. Couvercles bien ajustés sur les collecteurs. Système d'échappement approprié relié aux collecteurs et aux décomposeurs. Déversements de mercure aspirés. Mercure recouvert d'eau ou de saumure lorsque les électrolyseurs sont ouverts pour l'entretien.	1984: 0,85 1985: 0,73	0,13 0,11	46,1 39,6	273,75 kg/an*	D'après les moyennes des mesures mensuelles des émissions, effectuées conformément aux méthodes de référence courantes d'Environnement Canada. Conformité au ***Règlement***.
Ventilation des collecteurs	Refroidisseur primaire à injection directe et refroidisseur tubulaire à fréon, dévésiculeur, échangeur de chaleur, lit de charbon actif.	1984: 0,0022 1985: 0,0011	0,0003 0,0002	0,12 0,06	5,475 kg/an 5,475 kg/an**	D'après des mesures mensuelles. Conformité au ***Règlement***.
Courant d'hydrogène gazeux	Système primaire de refroidissement indirect, refroidisseur à injection directe, refroidisseur tubulaire à fréon, dévésiculeur, échangeur de chaleur, lit de charbon actif.	1984: 0,0003 1985: 0,0004	0,00003 0,00003	0,011 0,012	5,475 kg/an**	D'après des mesures mensuelles. Conformité au ***Règlement***.
Gaz des tours de distillation	Le condenseur élimine la plus grande partie du mercure. Les gaz passent ensuite à travers un filtre à charbon actif.	1984: 0,008 1985: 0,003	- (a) -	0,43 0,15	5,475 kg/an**	La teneur admissible quotidienne dans des émissions provenant des tours de distillation et des réservoirs est de 0,1 g/t/jour.
Réservoirs	Aucun dispositif antipollution.	Très faibles, selon les estimations				
Émissions totales		**1984:** **1985:**		**46,7 kg** **39,8 kg**		

(a) La tour de distillation n'est pas utilisée tous les jours.
* Soit 5 grammes par tonne par jour.
** Soit 0,1 gramme par tonne par jour.

TABLEAU 2 (suite)

FMC: Squamish, capacité nominale - 184 tonnes de chlore par jour

Source d'émission	Mesures de lutte et dispositifs antipollution	Émissions de mercure g/t/jour	kg/jour	kg/an	Émissions admissibles	Remarques
Ventilation de la salle d'électrolyse	Bon entretien de la salle d'électrolyse; bon entretien général; couvercles bien ajustés, installés sur les pots d'évacuation des liquides et les pots de purge des collecteurs. Plancher scellé à l'époxy. En plus, les déversements de mercure sont aspirés, et le mercure est toujours recouvert d'eau ou de saumure lorsque les électrolyseurs sont ouverts pour l'entretien.	Voyez les commentaires.				Les électrolyseurs ne sont pas situés dans un bâtiment; les émissions de mercure ne peuvent donc être mesurées. Pour cette raison, l'organisme provincial de protection de l'environnement a prescrit une teneur ambiante maximale de 50 $\mu g/m^3$ dans la zone des électrolyseurs. La fabrique FMC se conforme à cette teneur limite imposée par la province.
Ventilation du collecteur	Système primaire de refroidissement indirect, dévésiculeur, tamis moléculaires Purasiv.	1984: 0,038 1985: 0,036	0,0068 0,0066	2,5 2,4	6,716 kg/an*	D'après des séries de mesures trimestrielles. Conformité au *Règlement*.
Courant d'hydrogène gazeux	Systèmes primaires et secondaires de refroidissement indirect, dévésiculeur, tamis moléculaire Purasiv.	1984: 0,031 1985: 0,021	0,0057 0,0038	2,1 1,4	6,716 kg/an*	D'après des séries de mesures trimestrielles. Conformité au *Règlement*.
Gaz des tours de distillation	Ces gaz passent à travers un condenseur et sont dirigés ensuite dans le dispositif d'épuration des gaz des collecteurs.	Voyez collecteur.				
Réservoirs	Aucun dispositif antipollution.			Faibles, selon les estimations		
Émissions totales		**1984:** **1985:**		**243 kg** **237 kg**		Meilleure estimation de la compagnie.

* Soit 0,1 gramme par tonne par an.

TABLEAU 2 (suite)

Stanchem, capacité nominale - 204 tonnes par jour

Source d'émission	Mesures de lutte et dispositifs antipollution	Émissions de mercure			Émissions admissibles	Remarques
		g/t/jour	kg/jour	kg/an		
Ventilation de la salle d'électrolyse	Bon entretien de la zone des électrolyseurs, couvercles bien ajustés sur les collecteurs; système d'échappement approprié sur les collecteurs et les décomposeurs; déversements de mercure aspirés, mercure recouvert d'eau ou de saumure lorsque les électrolyseurs sont ouverts pour l'entretien.	1984: 4,79 1985: 4,58	0,977 0,933	356,8 340,6	372,3 kg/an*	Les chiffres de 1984-1985 ont été obtenus grâce à des essais trimestriels de conformité. Les valeurs provenant des 1er et 2e tests trimestriels de de 1984 et des 2e et 3e tests trimestriels de 1985 n'étaient pas conformes au ***Règlement***.
Courant d'hydrogène gazeux	Système primaire et secondaire de refroidissement indirect, compresseur, dévésiculeur, échangeur de chaleur, lit de charbon actif (imprégné de soufre).	1984: 0,120 1985: 0,007	0,0245 0,0015	8,96 0,54	7,446 kg/an**	Les émissions de mercure étaient élevées lors d'une série de mesures trimestrielles en 1984. En général, observation du ***Règlement***.
Ventilation des collecteurs	Système primaire de refroidissement indirect, dévésiculeur, échangeur de chaleur, lit de charbon actif (imprégné de soufre).	1984: 0,0016 1985: 0,0012	0,0003 0,00025	0,125 0,090		
Mise à l'atmosphère des gaz résiduaires	Épurateur à soude caustique. Une partie du gaz passe à travers un lit de charbon actif.	1984: 0,012 1985: 0,016	0,0024 0,0032	0,890 1,176	7,446 kg/an**	La fabrique a observé le ***Règlement*** en 1984 et 1985.
Réservoirs	En 1984, le système de ventilation des réservoirs a été équipé de dispositifs d'adsorption sur charbon actif.	1984: 0,0007 1985: 0,0002	0,000150 0,00004	0,054 0,016		
Émissions totales		**1984:** **1985:**		**366,8 kg** **342,4 kg**		

* Soit 5 g/t/jour.
** Soit 0,1 g/t/jour.

TABLEAU 2 (suite)

C.I.L.: Dalhousie, capacité nominale - 94 tonnes par jour

Source d'émission	Mesures de lutte et dispositifs antipollution	Émissions de mercure			Émissions admissibles	Remarques
		g/t/jour	kg/jour	kg/an		
Ventilation de la salle d'électrolyse	Bon entretien de la salle d'électrolyse, bon entretien général, couvercles bien ajustés sur les collecteurs et les décomposeurs. De plus, les déversements de mercure sont aspirés, et le mercure est toujours recouvert d'eau ou de saumure lorsque les électrolyseurs sont ouverts pour l'entretien.	1984: 1,83 1985: 3,26	0,17 0,31	62,6 111,6	171,55 kg/an*	D'après des essais trimestriels de conformité. Conformité au *Règlement*, sauf durant le 3e trimestre de 1985.
Ventilation des collecteurs	Refroidisseur tubulaire à eau, épurateur TCA (avec saumure chlorée), dévésiculeur.	1984: 0,020 1985: 0,004	0,0017 0,0004	0,64 0,14	3,431 kg/an**	D'après des essais trimestriels de conformité. Conformité au *Règlement*.
Courant d'hydrogène gazeux	Refroidisseur tubulaire à eau, épurateur TCA, dévésiculeur.	1984: 0,063 1985: 0,106	0,0058 0,0099	2,14 3.62	3,431 kg/an**	D'après les essais trimestriels de conformité. Les normes ont été respectées, sauf durant les 3e et 4e essais trimestriels de 1985. On n'a pu déterminer les raisons de cette infraction.
Gaz des tours de distillation	Ces gaz passent à travers un condenseur et sont dirigés ensuite dans le dispositif d'épuration des gaz des collecteurs.	-	-	-	-	Conformité au *Règlement*.
Réservoirs	Aucun dispositif antipollution.	-	-	Faible, selon les estimations.		
Émissions totales		**1984:** **1985**		**65,4 kg** **115,4 kg**		

* Soit 5 g/t par année.
** Soit 0,1 g/t par année.

TABLEAU 2 (suite)

Canso Chemicals, capacité nominale - 79 tonnes par jour jour

Source d'émission	Mesures de lutte et dispositifs antipollution	Émissions de mercure g/t/jour	kg/jour	kg/an	Émissions admissibles	Remarques
Ventilation de la salle d'électrolyse	Bon entretien de la salle d'électrolyse, bon entretien général, couvercles bien ajustés sur les collecteurs, système d'échappement approprié sur les collecteurs et les décomposeurs. Les déversements de mercure sont aspirés, et le mercure est recouvert d'eau ou de saumure lorsque les électrolyseurs sont ouverts pour l'entretien.	1984: 1,81 1985: 1,66	0,143 0,131	52,3 47,8	144,175 kg/an*	D'après les essais trimestriels de conformité. Conformité au *Règlement*.
Ventilation des collecteurs	Refroidisseur tubulaire à eau, épurateur à saumure chlorée.	1984: 0,066 1985: 0,017	0,005 0,001	1,92 0,49	2,8835 kg/an**	D'après les essais trimestriels de conformité. Conformité au *Règlement* sauf durant le 2e essai trimestriel.
Courant d'hydrogène gazeux	Système primaire de refroidissement indirect, refroidisseur tubulaire au glycol, dévésiculeur, échangeur de chaleur, deux lits de charbon actif en série.	1984: 0,0003 1985: 0,0004	< 0,00002 < 0,00004	0,008 0,012	2,8835 kg/an**	D'après les essais trimestriels de conformité. Conformité au *Règlement*.
Réservoirs	Il n'y a aucun dispositif de contrôle de la pollution de l'air relié aux réservoirs de stockage.	-	-	Faibles, selon les estimations		
Émissions totales		1984: 1985:		54,2 kg 48,3 kg		

* Soit 5 g/t par année.
** Soit 0,1 g/t par année.

convient habituellement pour dépolluer l'air refoulé par les ventilateurs des collecteurs. Les pertes de mercure en cas de non filtration de l'air refoulé par les ventilateurs des collecteurs sont estimées à environ 0,5 à 3 g par tonne de chlore produite. Comme l'indique le tableau 2, on peut normalement atteindre des rendements de l'ordre de 98 p. 100.

Lors des contrôles effectués pendant le deuxième trimestre de 1984 à l'usine de la Canso Chemicals, on a constaté que les émissions de mercure provenant de l'épurateur des saumures, qui reçoit les gaz de ventilation des collecteurs, atteignaient un taux de 0,444 g de Hg/jour par tonne de chlore produite, soit quatre fois au moins la limite admissible. Cette anomalie serait due à la suppression d'un réducteur dans le système d'épuration des gaz. Cette modification a été apportée pour éviter l'éruption de vapeur, d'hydrogène et de mercure dans la salle d'électrolyse. Le mercure ne pouvait par le fait se condenser dans l'épurateur en raison d'une baisse de pression. On a résolu ce problème en augmentant le débit de la saumure et la teneur en chlore dans l'épurateur, et ainsi augmenté le rendement global. Des contrôles ultérieurs ont montré que les émissions de cette source satisfaisaient aux normes.

Quelques fabriques utilisent des tours de distillation pour extraire le mercure contenu dans les solides riches en mercure. Les vapeurs de mercure sont condensées; le mercure est recueilli et recyclé vers les électrolyseurs. Les gaz des tours de distillation passent ensuite par un filtre à charbon actif, ou sont dirigés vers le dispositif d'épuration de l'air refoulé par les ventilateurs des collecteurs. Si tel est le cas, les émissions de mercure en provenance des tours de distillation sont comprises dans les valeurs données pour les collecteurs au tableau 2.

La teneur en mercure de la soude caustique filtrée est généralement inférieure à 1 mg/l; cependant, l'air déplacé lors du transfert de la soude caustique dans les réservoirs de stockage contient un peu de mercure. Dans quatre fabriques, les émissions de mercure par les réservoirs de stockage de la soude caustique sont généralement faibles et il n'est pas nécessaire d'équiper les réservoirs d'un dispositif antipollution. À la Stanchem, par contre, on a dû installer un dispositif d'adsorption sur charbon actif sur les réservoirs de stockage. Depuis, cette source d'émissions ne pose plus de problème.

2.1.3 Pertes de mercure dans les déchets solides. - Les principales sources de déchets solides dans une fabrique de chlore employant des électrolyseurs au mercure, sont:

- Les impuretés telles que les matériaux de gangue, le gypse, etc., qui ne se dissolvent pas dans les saturateurs des saumures.

- Les saumures recyclées, qui après saturation sont épurées par précipitation des ions calcium, magnésium et fer, avec du carbonate de sodium et du chlorure de baryum.
- La soude caustique, qui contient du mercure presque entièrement sous forme de gouttelettes de métal liquide en suspension.
- L'épuration des eaux résiduaires, qui généralement consiste en l'ajustement du pH, la précipitation des produits indésirables avec du bisulfure de sodium, la floculation et pour terminer la filtration.
- Les causes et sources diverses, comme le nettoyage de la salle d'électrolyse, les résidus provenant du traitement de la pâte de mercure recueillie autour des collecteurs, et les résidus solides provenant des tours de distillation, etc.

On décrit à l'annexe B les différents procédés qu'emploie chaque fabrique pour traiter et éliminer les boues et déchets solides pollués par le mercure.

On prélève régulièrement des échantillons dans des puits de contrôle forés stratégiquement autour des sites d'enfouissement, afin de déceler toute infiltration de mercure dans les eaux souterraines. Consulter l'annexe B pour les teneurs mesurées.

2.1.4 Mercure dans les produits. - Inévitablement, une certaine quantité de mercure se retrouve dans les produits des fabriques de chlore et de soude caustique employant des électrolyseurs au mercure. Comme précisé plus haut, on filtre toute la soude caustique pour éliminer les fines particules de mercure; cependant, la plus grande partie de la soude produite contient toujours une certaine quantité de mercure (généralement moins de 1 mg/l). L'hydrogène gazeux est refroidi et traité par des dispositifs antipollution afin d'en extraire presque tout le mercure. Dans les cas où les produits de la fabrique servent à la fabrication d'autres produits, par exemple d'hypochlorite de sodium et d'acide chlorhydrique, le mercure contenu dans la soude et l'hydrogène se retrouve dans les nouveaux produits. Le tableau 3 montre les quantités de mercure contenues dans les produits des cinq fabriques actuellement en exploitation.

TABLEAU 3 MERCURE CONTENU DANS DES PRODUITS DES FABRIQUES DE CHLORE ET DE SOUDE CAUSTIQUE

Compagnie	1984 (kg/an)	1985 (kg/an)
FMC	8,8	7,5
C.I.L.: Cornwall	30,1	20,0
Stanchem	18,4	18,6
C.I.L.: Dalhousie	20,7	25,6
Canso Chemicals	7,2	6,3

2.2 Surveillance par les services gouvernementaux des rejets de mercure

Depuis plus de 12 ans, les organismes environnementaux des gouvernements fédéral et provinciaux prélèvent des échantillons d'eaux usées, d'air ambiant, de déchets solides et de produits des fabriques de chlore et de soude caustique utilisant des électrolyseurs au mercure. Ces organismes effectuent périodiquement des vérifications au hasard. On subdivise habituellement les échantillons, de façon à pouvoir comparer les résultats des analyses faites par les compagnies et par le gouvernement. Les résultats concordent en général assez bien.

Des relevés des émissions de mercure sont effectués par les entreprises ou par des experts-conseils ou les deux, au moins tous les trois mois (comme l'exigent les règlements). Un inspecteur est normalement présent pour s'assurer que l'on suit bien les méthodes de surveillance. La C.I.L. à Cornwall a instauré un programme mensuel de contrôle. Dans toutes les fabriques, la teneur ambiante en mercure dans la salle d'électrolyse est contrôlée fréquemment (deux à trois fois par semaine) au moyen d'un renifleur de vapeurs de mercure.

Dans les cinq fabriques surveillées, les émissions de mercure provenant du courant d'hydrogène gazeux et de la ventilation des collecteurs s'élevaient en moyenne à respectivement 0,038 g et 0,024 g par tonne de chlore produite par jour. Ces valeurs sont assez précises, les échantillons étant prélevés dans des conduites. Les émissions de mercure en provenance de la salle d'électrolyse s'élevaient en moyenne à 2,96 g par tonne de production nominale de chlore par jour. On s'interroge cependant sur cette valeur car il est très difficile d'obtenir un échantillon représentatif à l'ouverture d'expulsion de l'air vicié d'un bâtiment. En ce qui concerne les émissions diverses, on les évalue à quelque 900 kg par an pour les cinq fabriques, ce qui représente une réduction de 96 p. 100 depuis 1970. Cette réduction substantielle résulte surtout de la conversion ou de la fermeture de dix fabriques et l'installation des meilleurs systèmes antipollution disponibles dans les cinq fabriques en exploitation.

2.3 Achats et consommation de mercure

Le *Règlement sur les rejets de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique* oblige chaque fabrique à déclarer ses achats de mercure (y compris ceux effectués auprès d'une autre usine) pour les besoins de sa production. Ce mercure sert à compenser les pertes (dans l'eau, l'atmosphère, les produits, les déchets solides et sous d'autres formes) dues à la production du chlore, à charger de nouveaux électrolyseurs et à constituer des stocks en prévision des besoins futurs.

Chaque année, les entreprises présentent un bilan du mercure (arrivages nets; stocks initial et final; charge des électrolyseurs; charge de l'équipement de transformation; mercure récupérable dans les matières solides; quantités perdues dans les produits, les effluents, les émissions dans l'atmosphère et dans les déchets solides stockés). Grâce à ces chiffres, on peut calculer la quantité de mercure consommée par chaque fabrique (consommation = arrivages nets plus toute diminution des stocks).

Au cours des quinze dernières années, la consommation de mercure par l'industrie du chlore a baissé de façon marquée, en raison principalement d'une diminution du nombre de fabriques en exploitation. La quantité de mercure employée pour la production d'une tonne de chlore a également chuté depuis l'introduction de mesures antipollution en 1972, grâce aux efforts de l'industrie en vue d'une exploitation plus efficace et de la réduction des pertes de mercure dans l'eau, l'air et les déchets solides par installation d'équipements antipollution. La baisse de la consommation de mercure depuis 1969 est présentée sous forme graphique à la figure 4.

Il est pratiquement impossible de déterminer avec précision la quantité de mercure contenue dans chaque électrolyseur, pompe à mercure, canalisation, dans les déchets solides stockés en vue de la récupération du mercure, etc.; ainsi, pour décrire avec plus de précision les conditions d'exploitation, on doit en réalité établir la moyenne des augmentations/diminutions annuelles de la consommation de mercure pour un certain nombre d'années. Par exemple, la quantité nette de mercure consommée par la C.I.L. à Cornwall est faible depuis dix ans mais la consommation pour la période 1984 - 1985 est nettement en hausse si l'on se base sur la meilleure estimation de l'inventaire de la fabrique. Les chiffres de la C.I.L. à Dalhousie montrent aussi une augmentation significative. Pendant plusieurs années, la consommation de mercure dans ces deux fabriques a été faible mais il a fallu recharger les électrolyseurs.

La quantité de mercure nécessaire pour produire une tonne de chlore à la FMC of Canada Ltd. montre une diminution à la fois en 1984 et en 1985. La consommation de mercure par la Canso Chemicals demeure très faible. La Stanchem est de loin la fabrique qui consomme le plus de mercure.

La figure 4 indique une tendance à la hausse de la consommation de mercure par les cinq fabriques depuis six ans.

2.4 Effets sur l'environnement

Bien qu'au cours des quinze dernières années, on ait réussi à réduire considérablement les rejets directs de mercure dans les eaux réceptrices, les grandes quantités de

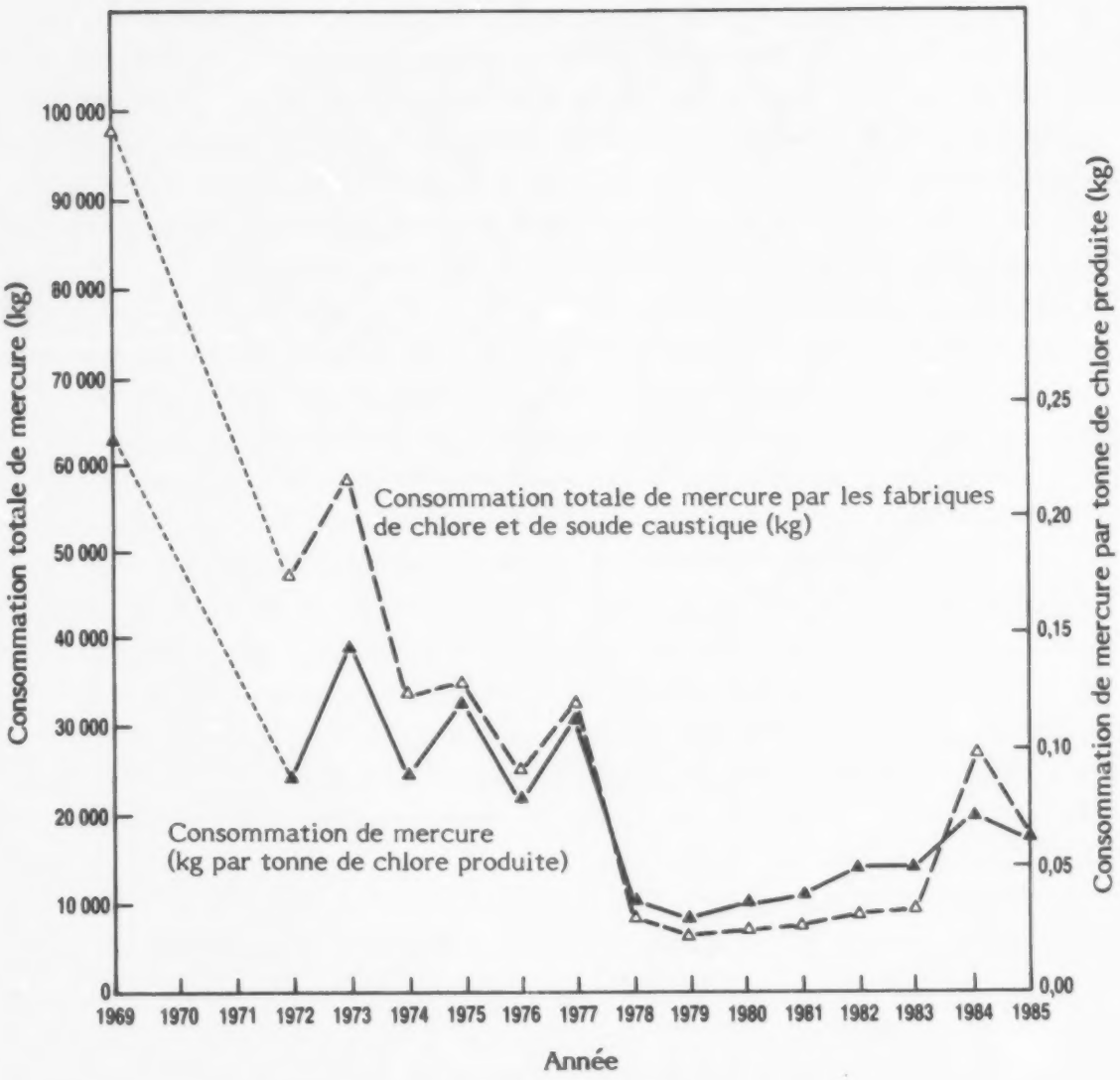


FIGURE 4 CONSOMMATION DE MERCURE PAR LES FABRIQUES DE CHLORE ET DE SOUDE CAUSTIQUE AU CANADA, DE 1969 À 1985

mercure rejetées durant les années 1960 continuent d'inquiéter. Les sédiments benthiques des cours d'eau, dans certains réseaux hydrographiques, sont pollués par le mercure. Cette pollution continuera inexorablement à gagner la chaîne trophique aquatique. On a dans le monde entier consacré des efforts considérables à la recherche de solutions à ce problème.

La découverte la plus importante du point de vue des cycles chimique et biochimique du mercure dans l'environnement, revient à des chercheurs suédois. Leurs travaux les ont amenés à conclure que l'activité microbienne dans les sédiments aquatiques était capable de convertir le mercure inorganique en monométhylmercure puis en diméthylmercure, ce qui expliquait la présence de ce corps dans la chair du poisson (5).

Il semble que la méthylation du mercure dans les systèmes aquatiques ait lieu dans des eaux aussi bien oxygénées que non oxygénées, dans les sédiments et en présence d'organismes tant aérobies qu'anaérobies. Il se forme à la fois des composés de type monométhyl et diméthylmercure, selon le pH et d'autres conditions. Les composés du type monométhylmercure sont rapidement répandus dans l'environnement par les microorganismes, et s'accumulent dans les chaînes trophiques aquatiques.

La bio-accumulation plus ou moins poussée du méthylmercure chez les poissons dépend de nombreux facteurs, notamment: l'âge des poissons, l'espèce à laquelle ils appartiennent, les teneurs des sédiments en mercure et en matière organique, la présence de zooplancton, la température de l'eau, la teneur en oxygène dissous et le potentiel redox.

Deux autres facteurs importants qui influent sur la teneur en mercure chez les poissons dans une zone donnée, sont sans doute *a*) la quantité de "mercure actif" présente dans les sédiments (sédiments pollués par le mercure et qui ne sont pas recouverts par plus de 10 cm d'autres sédiments à très faibles teneurs en mercure) et *b*) la quantité de mercure introduite en permanence dans la masse d'eau dans cette région (facteur probablement le plus important).

En 1970, la teneur en mercure dans les sédiments du lac St-Clair se situait entre 0,07 et 2,57 µg/g, soit le triple environ de la teneur moyenne relevée pour les sédiments du lac Huron (6).

Après 1970, on a observé dans les sédiments du lac St-Clair une diminution significative des teneurs en mercure (Thomas *et al.*, 1975, et Murdoch, 1985, cités dans la référence 6). Cette observation indique une diminution des charges de mercure introduites dans la rivière St-Clair à la suite des mesures prises par la Dow Chemical Canada Inc. pour réduire les rejets de mercure.

Lors de l'enquête la plus récente, on a constaté que les tronçons du cours d'eau qui contenaient le plus de substances bitumineuses et d'où se dégageait une forte odeur de pétrole, étaient ceux où la teneur en mercure était la plus élevée. À l'emplacement de la station 13 B -- immédiatement en aval de l'exutoire de la Dow Chemical -- , la teneur en mercure était beaucoup plus élevée qu'à l'emplacement de la station 10 X -- situé à

environ 1 km en amont de l'usine de la Dow Chemical. Dans une carotte de sédiments prélevée entre 0 et 18 cm de profondeur à l'emplacement de la station 16 A -- à environ 1 km en aval de l'usine de la Dow Chemical -- on a relevé une teneur environ dix fois moindre qu'à l'emplacement de la station 13 B. Toutefois, dans une carotte de sédiments prélevée entre 18 et 24 cm à l'emplacement de la station 16 A, la teneur en mercure était semblable à celle notée dans la carotte prélevée au point 13 B. Les fortes teneurs relevées entre 18 et 24 cm de profondeur à l'emplacement de la station 16 A reflètent très probablement les apports antérieurs à 1970. Ces sédiments plus fortement pollués étaient recouverts d'un limon caractérisé par des teneurs en mercure nettement plus faibles (6).

Depuis que la Dow Chemical of Canada inc. a adopté le procédé des cellules à diaphragme au lieu des électrolyseurs au mercure, ses rejets de mercure dans la rivière St-Clair sont négligeables. Parallèlement, les teneurs en mercure chez la plupart des espèces de poissons pêchés à proximité accusent un net déclin et sont inférieures à la teneur limite de 0,5 µg/g fixée par la norme fédérale pour la distribution, la vente ou la consommation du poisson au Canada. Les teneurs en mercure dans la chair comestible de poissons capturés dans le lac St-Clair sont indiquées aux figures 5 et 6.

Les teneurs en mercure chez les poissons capturés dans la rivière South Saskatchewan (voir la figure 7), en aval de la fabrique de chlore de la Prince Albert Pulp Co., qui s'est équipée d'électrolyseurs à diaphragme en 1978, ont manifesté un déclin similaire mais moins prononcé.

On a déterminé les teneurs en mercure chez des poissons capturés immédiatement en aval de l'exutoire de trois des cinq fabriques produisant actuellement du chlore par le procédé des électrolyseurs au mercure.

Les rejets de mercure dans les effluents de la C.I.L. à Cornwall et de la FMC of Canada ont été relativement faibles au cours des 13 dernières années. En conséquence, comme l'indiquent les figures 8 et 9, on a observé une très forte diminution des teneurs en mercure chez des dorés jaunes capturés dans le lac St-François, qui se trouve en aval de l'exutoire de la C.I.L. à Cornwall, ainsi que chez des crabes capturés dans la région de Howe Sound, où la FMC rejette ses eaux usées.

Par contre, les rejets de mercure dans le lac St-Louis par la compagnie Stanchem sont restés relativement importants et à cet endroit, un certain nombre de facteurs contribuent à aggraver le problème:

a) Le taux de sédimentation est très faible.

b) Il n'y a presque aucun transport de sédiments pollués à l'extérieur de la zone polluée.

c) Les sédiments libèrent du mercure en permanence.

d) Les sédiments benthiques sont brassés par l'activité des organismes benthiques, et ramenés jusque dans la couche supérieure des dépôts de fond.

Tous ces facteurs réunis ont fait que la teneur en mercure chez le poisson pêché dans ce lac est demeurée assez constante.

On continuera à étroitement surveiller les pertes de mercure dans l'atmosphère et dans les effluents par les fabriques de chlore et de soude caustique employant des électrolyseurs au mercure. En outre, on continuera à relever les teneurs en mercure chez les poissons capturés dans les cours d'eau et les lacs à proximité desquels se trouvent ou se trouvaient de telles fabriques, de façon à surveiller l'évolution des tendances observées (voir figures 5 à 10).

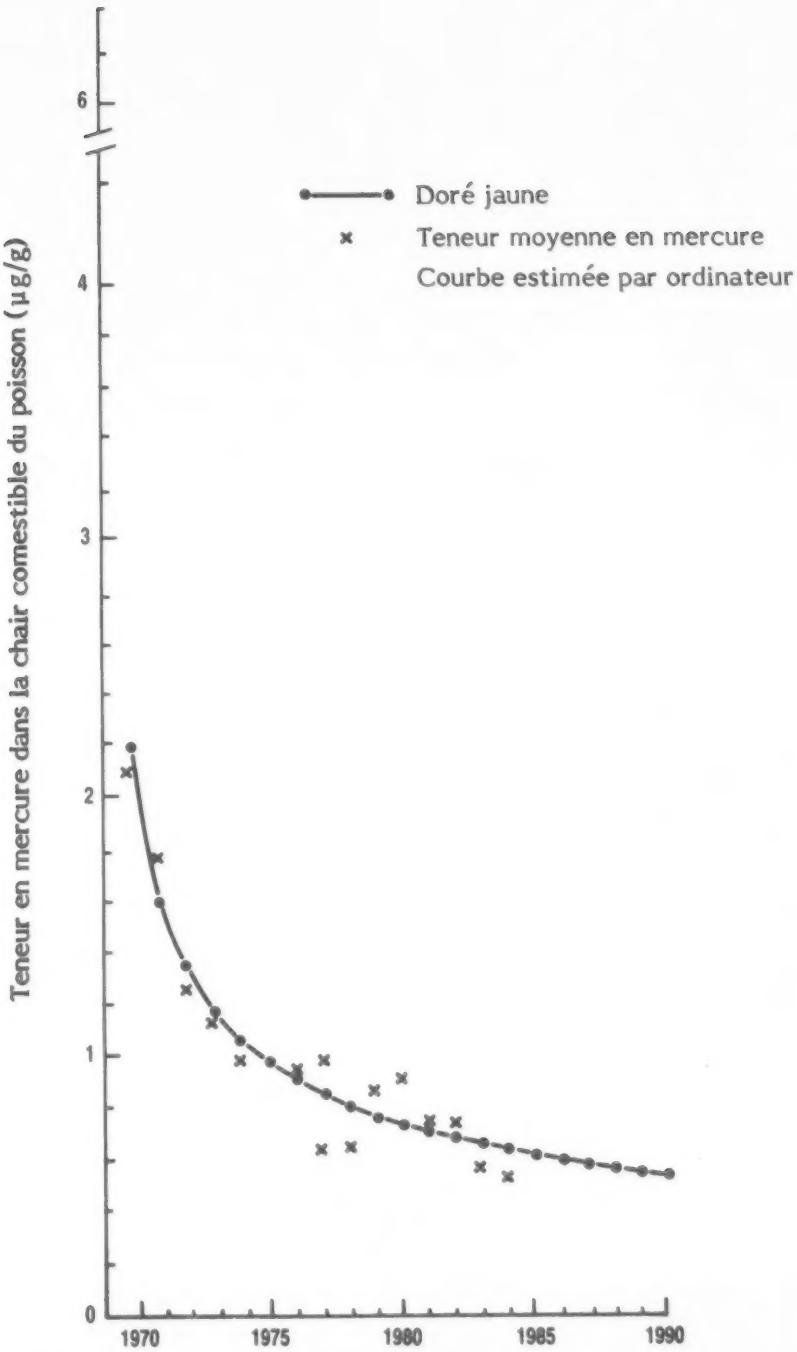


FIGURE 5 TENEUR EN MERCURE CHEZ DES DORÉS JAUNES CAPTURÉS DANS LE LAC ST-CLAIR (6)

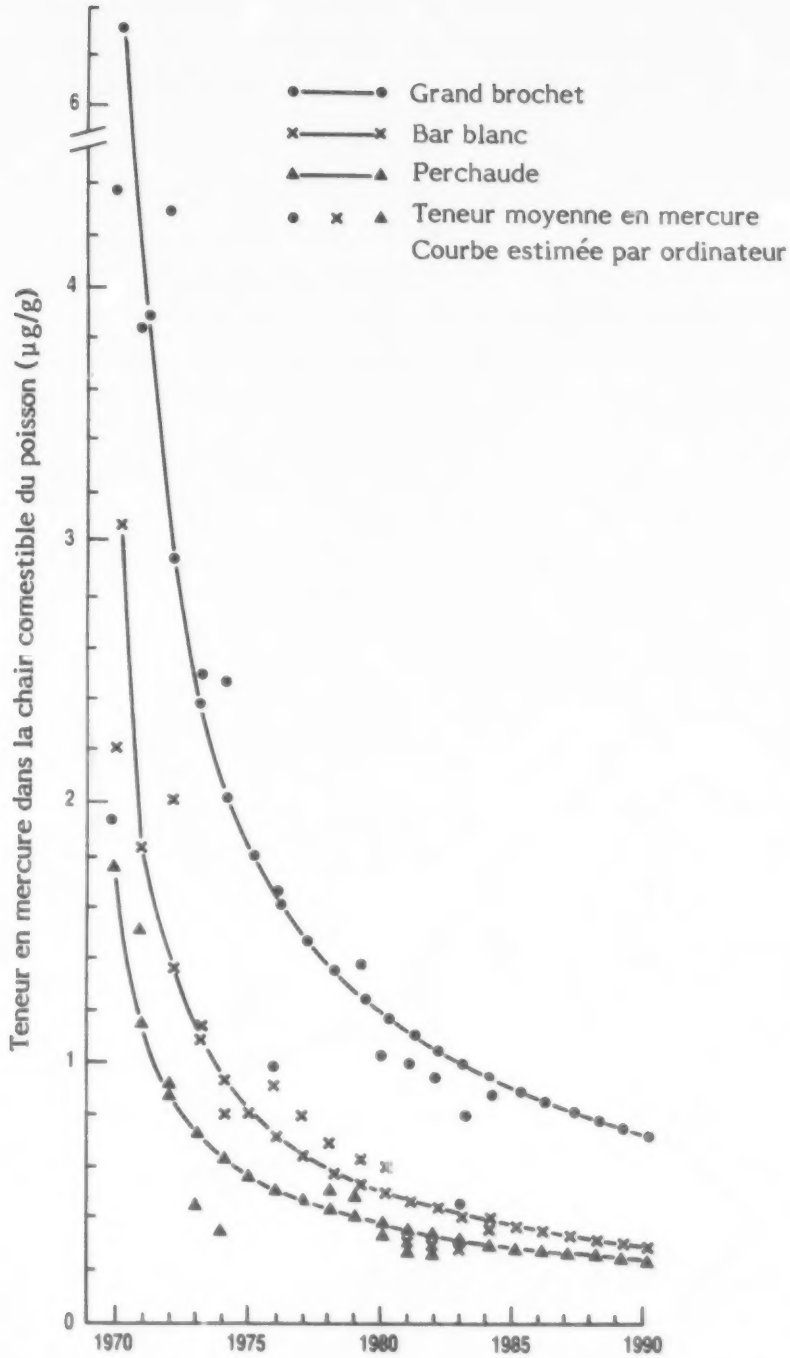


FIGURE 6 TENEUR EN MERCURE CHEZ DES GRANDS BROCHETS, BARS BLANCS ET PERCHAUDES CAPTURÉS DANS LE LAC ST-CLAIR

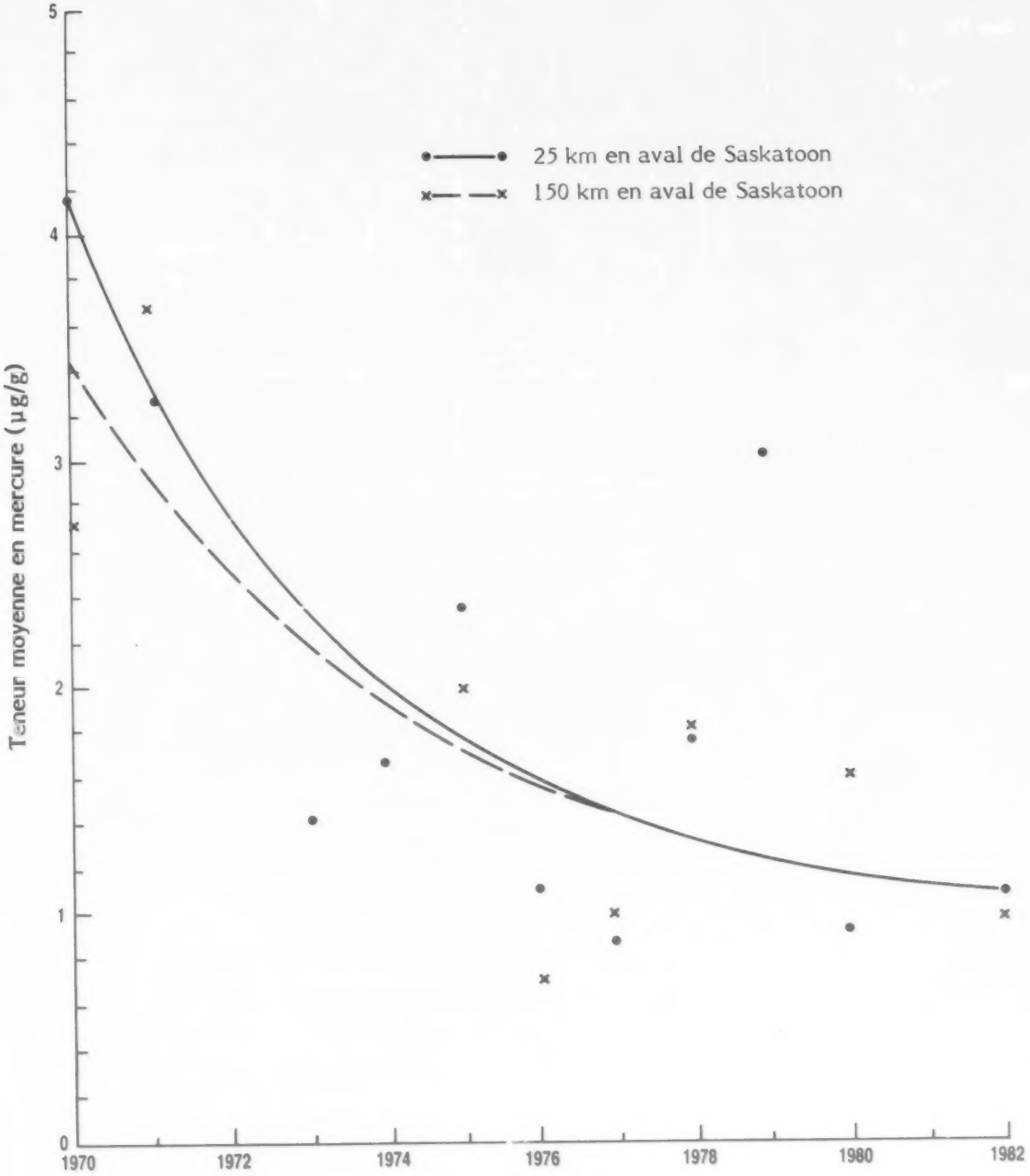


FIGURE 7 TENEUR EN MERCURE MESURÉE CHEZ DES GRANDS BROCHETS CAPTURÉS DANS LA RIVIÈRE SOUTH SASKATCHEWAN

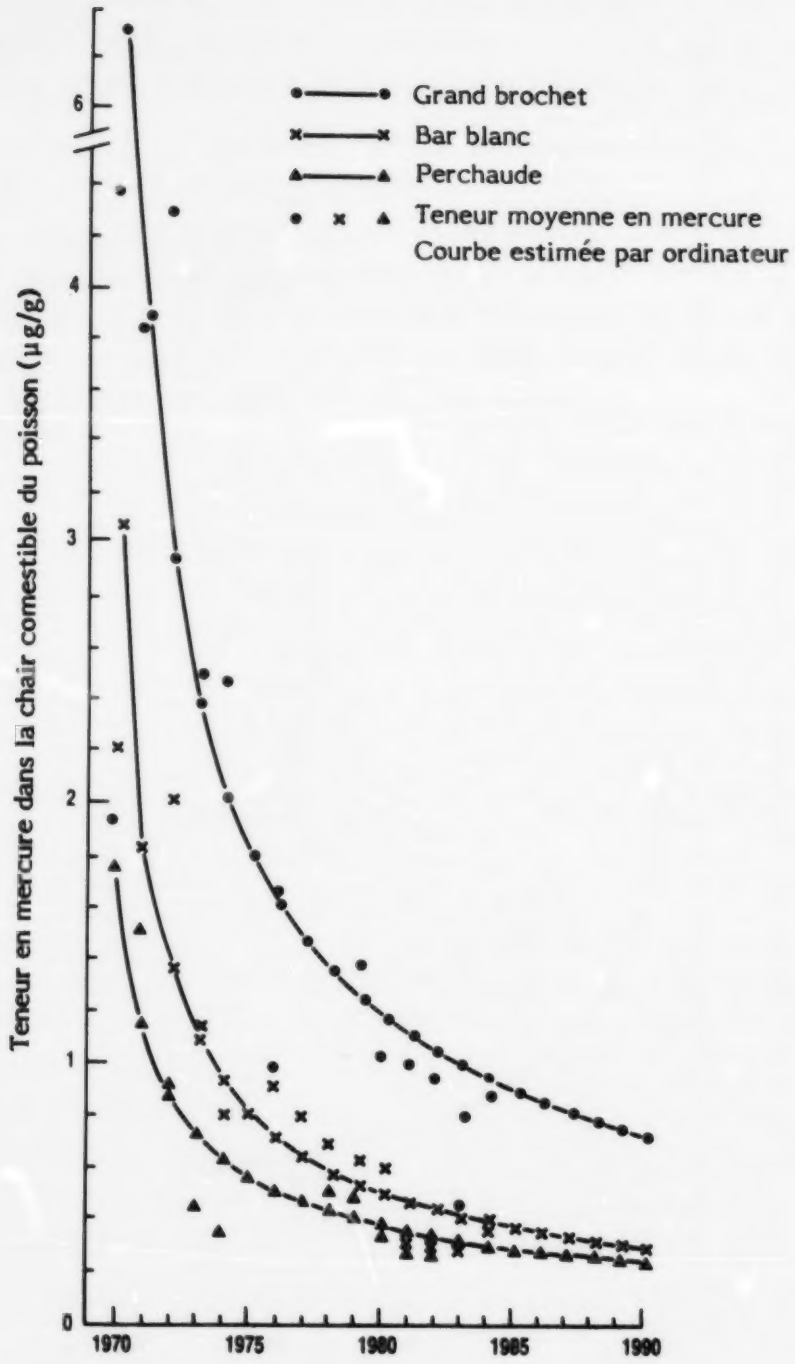


FIGURE 6 TENEUR EN MERCURE CHEZ DES GRANDS BROCHETS, BARS BLANCS ET PERCHAUDES CAPTURÉS DANS LE LAC ST-CLAIR

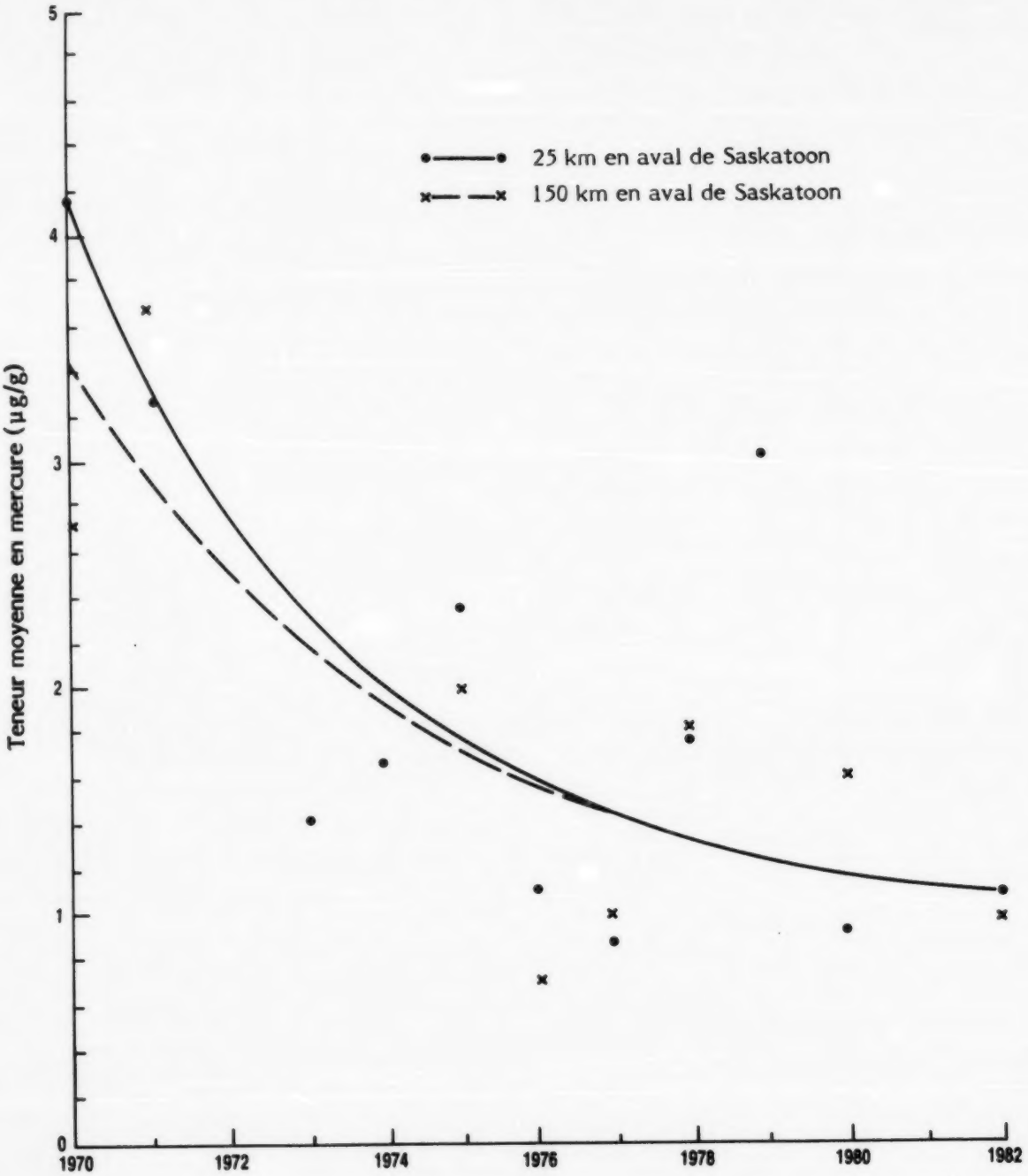


FIGURE 7 TENEUR EN MERCURE MESURÉE CHEZ DES GRANDS BROCHETS CAPTURÉS DANS LA RIVIÈRE SOUTH SASKATCHEWAN

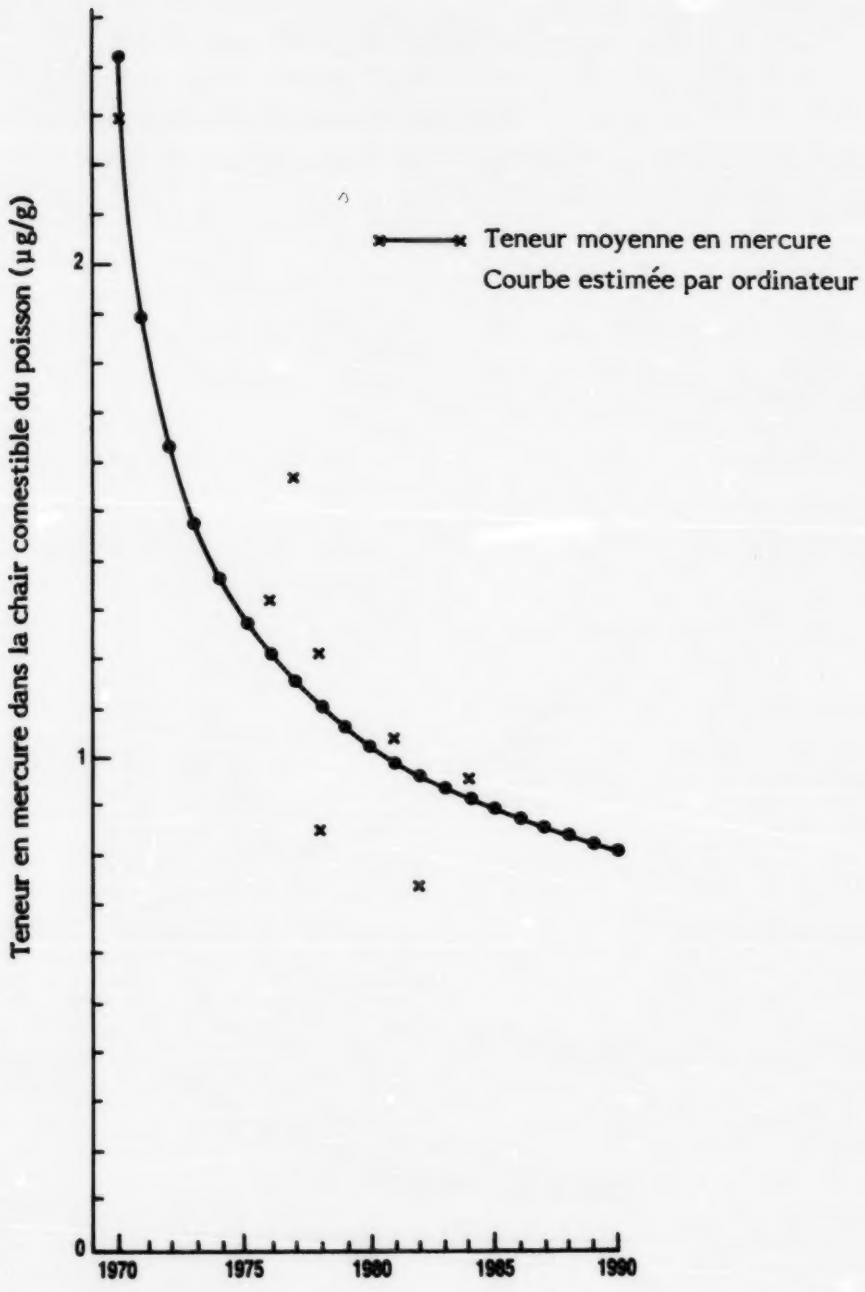


FIGURE 8 TENEUR EN MERCURE MESURÉE CHEZ DES DORÉS JAUNES CAPTURÉS DANS LE LAC ST-FRANÇOIS

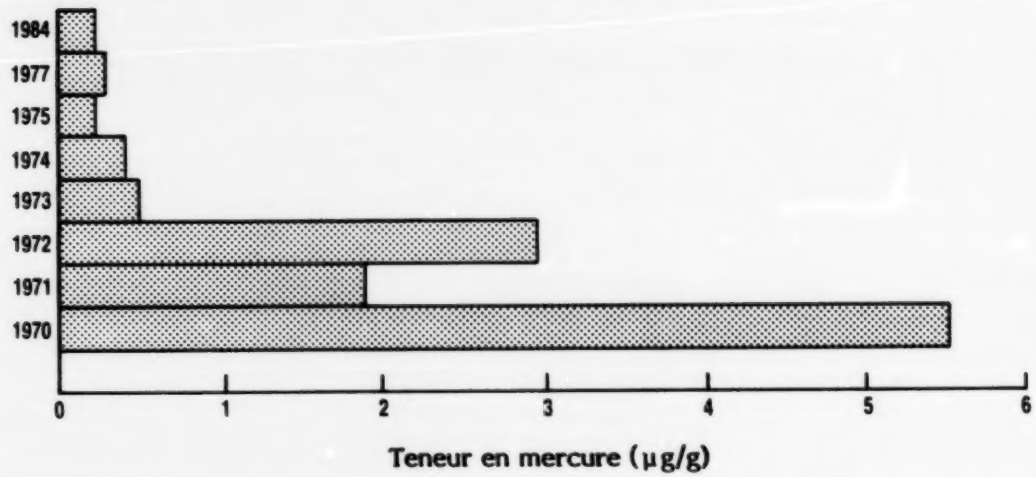


FIGURE 9 TENEUR EN MERCURE MESURÉE DANS LES TISSUS DE CRABES CAPTURÉS DANS LA RÉGION DE HOWE SOUND

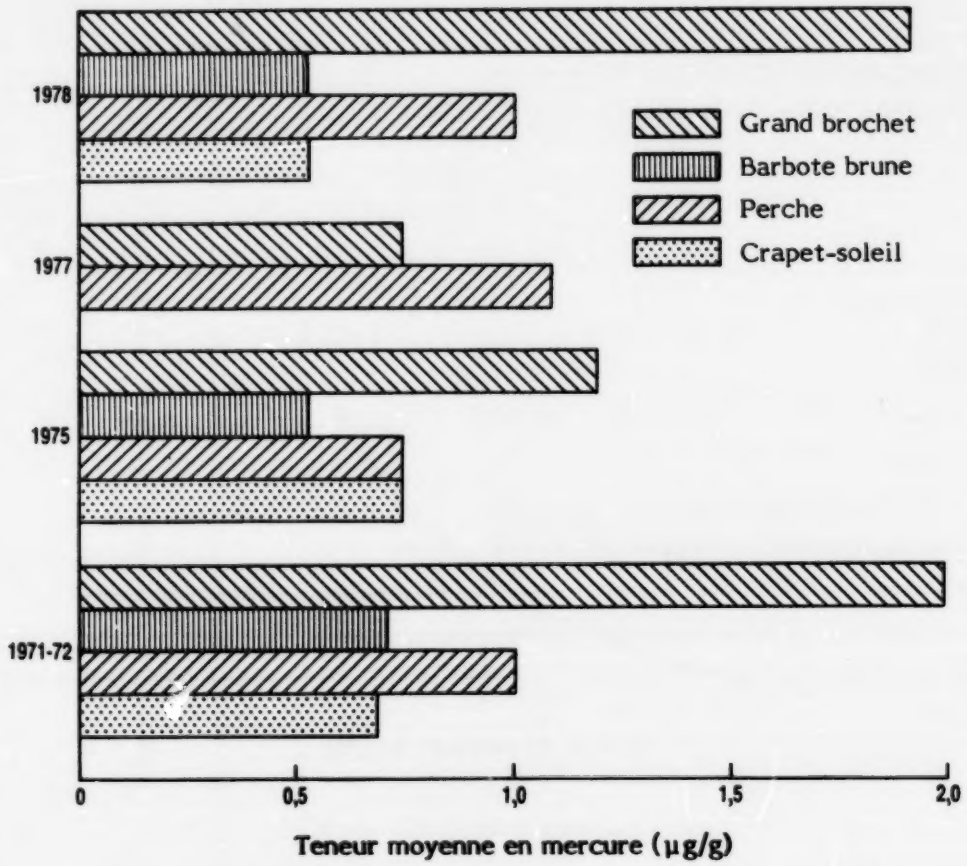


FIGURE 10 TENEUR EN MERCURE MESURÉE CHEZ DES POISSONS CAPTURÉS À L'EXTRÉMITÉ SUD DU LAC ST-LOUIS

RÉFÉRENCES

1. Environnement Canada, *Rapport sur l'observation des règlements sur les rejets de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique en 1976-1977.* Rapport SPE 3-WP-79-8, Ottawa, 1979.

2. Environnement Canada, *Rapport sur l'observation des règlements sur les rejets de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique en 1978-1979.* Rapport SPE 3-WP-81-2, Ottawa, 1981.

3. McBeath, I., *Mise hors service des fabriques canadiennes de chlore et de soude caustique utilisant des electrolyseurs au mercure,* Environnement Canada. Rapport SPE 3-EP-83-5, Ottawa, 1983.

4. Environnement Canada, *Rapport sur l'observation des règlements sur les rejets de mercure par les fabriques de chlore et de soude caustique en 1982-1983.* Rapport SPE 1/HA/1, Ottawa, 1985.

5. Jensen, S., et A. Jernelov, "Biological Methylation of Mercury in Aquatic Organisms", *Nature, 223, 753,* 1969.

6. St. Clair River Pollution Investigation (Sarnia Area), *Canada-Ontario Agreement Respecting Great Lakes Water Quality, 1986.* (Étude de la pollution de la rivière St-Clair (région de Sarnia), Entente Canada-Ontario sur la qualité de l'eau des Grands Lacs, 1986).

7. Sloterdijk H., *La contamination mercurielle chez les poissons des lacs Saint-Louis et Saint-François avec une évaluation des tendances des concentrations de 1971 à 1978.* Environnement Canada, Longueuil, Québec.

ANNEXE A

Résumé des rejets de mercure dans les effluents liquides, par les usines de chlore et de soude caustique, du 1er janvier 1980 au 31 décembre 1985

ANNEXE A

RÉSUMÉ DES REJETS DE MERCURE DANS LES EFFLUENTS LIQUIDES, PAR LES FABRIQUES DE CHLORE ET DE SOUDE CAUSTIQUE, DU 1er JANVIER 1980 AU 31 DÉCEMBRE 1985

	Quantité de mercure rejeté dans les effluents liquides tel que rapporté par les compagnies											
	kg/année						g/tonne de chlore produite					
Compagnie	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1980	1981	1982	1983	1984	1985
FMC	23,2	19,3	16,8	20,0	32,3	18,1	0,44	0,35	0,39	0,40	0,69	0,32
C.I.L.: Cornwall	31,8	29,9	20,0	19,9	14,6	15,5	0,67	0,76	0,53	0,53	0,36	0,41
Stanchem	41,9	37,3	47,2	46,5	81,9	74,4	0,83	0,72	1,01	0,90	1,43	1,34
C.I.L.: Dalhousie	9,1	10,7	6,0	6,4	11,0	14,9	0,32	0,37	0,28	0,26	0,35	0,47
Canso Chemicals	7,0	6,6	6,6	5,3	4,8	3,9	0,33	0,34	0,47	0,31	0,23	0,22

ANNEXE B

Méthodes utilisées pour éliminer les boues et autres matières solides polluées par le mercure

ANNEXE B

MÉTHODES UTILISÉES POUR ÉLIMINER LES BOUES ET AUTRES MATIÈRES SOLIDES POLLUÉES PAR LE MERCURE

Fabrique	Matières solides du saturateur	Matières solides d'épuration de la saumure	Matières solides d'épuration des eaux usées	Matières solides du filtre de la soude caustique	Matières solides diverses
FMC	Aucune. Utilisation de sel marin.	Ces matières solides sont mélangées dans un rapport de 4 parties pour 6 parties de sable, puis enfouies dans une fosse doublée de PVC. Les bassins de décantation abandonnés sont recouverts d'une membrane plastique imperméable, puis d'une couche d'argile. Ces matières contiennent 30 à 100 mg de Hg par kg.	Le HgS produit lors de l'épuration des eaux usées et du traitement des boues de la salle d'électrolyse, est lixivié par du NaOCl. Le Hg ressolubilisé est recyclé. Les matières solides lixiviées contenant environ 200 mg de Hg par kilogramme de matières solides sont mélangées avec les matières solides de la saumure avant l'ajout de sable.	L'eau de lavage du filtre de la soude caustique est acheminée vers un bassin de stockage. Le surnageant est acheminé vers le système d'épuration des eaux usées. Les matières solides qui se sont déposées au fond du réservoir sont placées dans des fûts et stockées sur place. On a installé un troisième filtre de la soude caustique.	Les résidus du traitement de la pâte de mercure recueillie autour des collecteurs, et des boues des électrolyseurs et de la salle d'électrolyse, ainsi que toute autre matière solide dont la teneur en mercure est élevée, sont placés dans des fûts et stockés sur place en vue de leur élimination.
La quantité totale de mercure contenue dans les matières solides était de 72 kg en 1984 et de 52 kg en 1985. Les teneurs types en mercure, déterminées dans les puits de contrôle situés autour des bassins, variaient entre 0,5 µg/l et 1,3 µg/l.					
C.I.L., Cornwall	Les matières solides provenant du saturateur de saumures, et qui contiennent entre 0,2 mg et 1 mg de Hg par kilogramme, sont mélangées aux matières solides d'épuration de la saumure et éliminées à la décharge contrôlée de la municipalité, conformément aux directives émises par les fonctionnaires du ministère de l'Environnement.	Ces matières solides, qui contiennent 1 mg à 10 mg de Hg par kilogramme, sont déshydratées par filtrage et enfouies à la décharge contrôlée de la municipalité. Les boues de décantation contenant du KCl sont transportées chez Stablex par un transporteur autorisé, pour élimination par le procédé "Sealosafe". Ces déchets sont convertis en Stablex, un matériau inerte, inoffensif pour l'environnement. Aucun déchet de ce genre n'a été expédié à la Stablex en 1985.	Les matières solides obtenues par filtrage de l'effluent terminal sont chauffées dans une tour de distillation, pour la récupération du mercure; les résidus de la récupération, qui contiennent environ 10 mg à 60 mg de Hg par kilogramme de matières solides, sont stockés sur les terrains de la fabrique dans des récipients scellés. On prévoit que ces matières solides seront stabilisées par le procédé "Sealosafe", lorsqu'elles seront acceptées par la compagnie Stablex.	Les boues du filtrage de la soude caustique sont chauffées dans une tour de distillation pour la récupération du mercure.	Les boues des électrolyseurs et de la salle d'électrolyse, les résidus issus du traitement de la pâte de mercure recueillie dans les collecteurs et d'autres matières solides diverses à forte teneur en mercure, sont chauffés dans une tour de distillation pour la récupération du mercure. Le charbon actif utilisé dans les filtres à fort courant d'hydrogène est changé approx. tous les cinq ans. En 1983, le charbon épuisé a été mis dans des fûts scellés et envoyé en Italie pour la récupération du mercure.
La quantité totale de mercure contenue dans les matières solides était de 456,9 kg en 1984 et de 447,8 kg en 1985. (La majeure partie des boues recueillies en 1985 n'ont pas encore été éliminées).					

ANNEXE B (suite)

Fabrique	Matières solides du saturateur	Matières solides d'épuration de la saumure	Matières solides d'épuration des eaux usées	Matières solides du filtre de la soude caustique	Matières solides diverses
C.I.L., Dalhousie	Ces matières, qui contiennent de 10 mg à 30 mg de Hg par kilogramme, sont envoyées dans un site temporaire pour déshydratation plus poussée (la solution de saumure est traitée puis envoyée à l'égout). Tous les deux ou trois ans, les boues sont transportées par camion, puis déposées dans des fosses garnies de tourbe situées sur les terrains de la compagnie. L'une des fosses est garnie de polyéthylène de 0,25 mm d'épaisseur.	Ces matières, qui contiennent de 10 mg à 30 mg de Hg par kilogramme, sont traitées de la même façon que les matières solides du saturateur de saumure.	Les boues de HgS provenant de l'épuration des eaux polluées par le mercure, sont stockées dans un bassin doublé. Périodiquement, ces boues étaient chauffées dans une tour de distillation pour en récupérer le mercure; des difficultés ont cependant surgi, et à l'heure actuelle, ces boues sont stockées dans un réservoir situé au-dessus du sol, ainsi que dans le bassin muni d'une garniture. En 1984, environ 58 tonnes de ces boues, qui contenaient environ 1800 kg de mercure, ont été expédiées à la compagnie Stablex pour élimination dans des conditions ne posant aucun danger pour l'environnement.	Les boues de filtrage de la soude caustique sont temporairement stockées et périodiquement chauffées dans une tour de distillation pour en récupérer le mercure. Tous les résidus sont enfouis avec les solides d'épuration de la saumure dans des fosses doublées.	Les résidus du traitement de la pâte de mercure recueillie dans les collecteurs et les boues provenant des électrolyseurs et de la salle d'électrolyse, ainsi que le charbon actif épuisé et autres matières solides diverses à forte teneur en mercure sont stockés temporairement, puis chauffés dans une tour de distillation pour en extraire le mercure.
La quantité totale de mercure contenue dans les matières solides était de 11 kg en 1984 (si l'on excepte les quantités expédiées à la Stablex) et de 25,6 kg en 1985. Les teneurs types en mercure, mesurées dans les puits de contrôle situés autour du site d'enfouissement, variaient entre 0,05 µg/l et 41 µg/l.					
Canso Chemicals	Ces matières, qui contiennent environ 7 mg à 17 mg de Hg par kilogramme, sont envoyées dans un site temporaire pour déshydratation plus poussée (la solution de saumure est traitée pour élimination du Hg puis envoyée à l'égout). Tous les 2 ou 3 ans, les boues sont enfouies dans des fosses garnies de polyéthylène, situées sur les terrains de la compagnie.	Ces matières, qui contiennent entre 10 mg et 22 mg de Hg par kilogramme, sont traitées de la même façon que les matières solides du saturateur de saumure.	Les boues de HgS provenant de l'épuration des eaux polluées par le mercure sont stockées dans des bassins doublés, jusqu'à ce que des méthodes d'élimination satisfaisantes soient trouvées.	Les boues de filtrage de la soude caustique, contenant environ 30 kg de Hg par mois, sont stockées pour la récupération ultérieure du mercure.	Une fois par an, les résidus du traitement de la pâte de Hg recueillie dans les collecteurs, et les boues provenant des électrolyseurs et de la salle d'électrolyse, le charbon actif épuisé et autres solides divers dont la teneur en mercure est élevée, sont stockés temporairement et envoyés en même temps que les boues du filtrage de la soude caustique, à des usines du Nouveau-Brunswick et de l'Ontario pour la récupération du mercure.
La quantité totale de mercure contenue dans les matières solides était de 46 kg en 1984 et 37,4 kg en 1985. Les teneurs types en mercure, mesurées dans les puits de contrôle situés autour du site d'enfouissement, variaient entre 0,1 µg/l et 39 µg/l.					

ANNEXE B (suite)

Fabrique	Matières solides du saturateur	Matières solides d'épuration de la saumure	Matières solides d'épuration des eaux usées	Matières solides du filtre de la soude caustique	Matières solides diverses
Stanchem	Ces matières, qui contiennent environ de 20 mg à 80 mg de Hg par kilogramme, sont sédimentées, mélangées aux solides recueillis lors de l'épuration de la saumure, puis traitées par du NaHS pour convertir en sulfure le mercure résiduel; elles sont finalement enfouies dans des fosses garnies d'Hypalon.	Ces solides, qui contiennent entre 300 mg et 500 mg env. de Hg par kilogramme, sont lixiviées par du NaOCl qui abaisse la teneur en mercure à environ 40 mg à 50 mg de Hg par kilogramme. Les matières solides filtrées sont mélangées avec les solides du saturateur qui se sont déposés, puis traitées par du NaHS et enfouies dans des fosses doublées.	Les boues de HgS provenant de l'épuration des eaux polluées par le mercure, sont filtrées et envoyées dans une décharge contrôlée approuvée, située aux États-Unis.	Ces matières solides sont acheminées à contre-courant vers les installations d'épuration des eaux usées.	Les résidus du traitement de la pâte de Hg recueillie dans les collecteurs, et les boues provenant des électrolyseurs et la salle d'électrolyse, le charbon actif épuisé et autres solides divers dont la teneur en mercure est élevée, sont envoyés dans une décharge contrôlée approuvée située aux États-Unis.

La quantité totale de mercure dans les matières solides était de 45,5 kg en 1984 et 58,9 kg en 1985. Les teneurs types en mercure, mesurées dans des puits de contrôle situés autour du site d'enfouissement, variaient entre < 0,02 µg/l dans 27 puits, et 21,3 µg/l dans un puits.